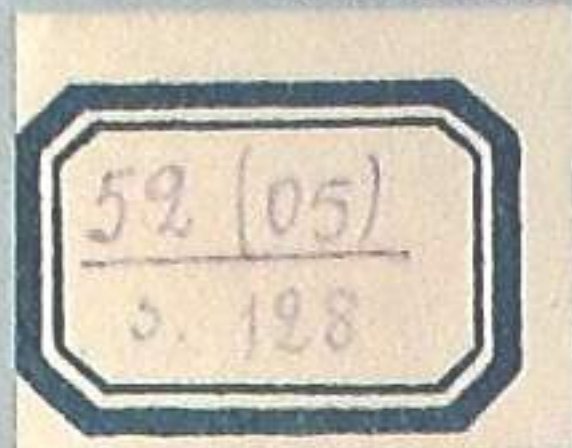


საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
АКАДЕМИЯ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР



აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორია
მთა შანობილი

ბ ი უ ლ ე ტ ე ნ ი

АБАСТУМАНСКАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ
ГОРА КАНОВИЛИ

Б Ю Л Л Е Т Е Н Ь

30

1964

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა
თბილისი

Тбилиси

52(05)
J. 128

აბასთუმანის ასტროფიზიკური მზისმკვლევართა
მთა ყანობილი

ბ ი უ ლ ე ტ ე ნ ი

АБАСТУМАНСКАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ
ГОРА КАНОБИЛИ

Б Ю Л Л Е Т Е Н Ь

30

P. 39966



52(05)	აბასთუმანის
ა. 128	ასტროფიზიკური
მზისმკვლევართა	მთა ყანობილი
ბიულეტენი №30.	
P. 39966	1რ. 20კ.

1964

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
RW ВОЗНИЧЕГО

Е. К. ХАРАДЗЕ и Р. А. БАРТАЯ

Отв. редактор Е. К. Харадзе

Хорошо известны особенности звезд типа T Тельца, выражающиеся в форме кривых изменения блеска и в характеристиках спектра, и интерес к их изучению, обусловленный, наряду с этими особенностями, также и пространственной связью со звездными ассоциациями. Анализ фотометрических и, тем более, спектрофотометрических особенностей важен с точки зрения изучения, собственно, закономерностей и механизма выделения в этих звездах внутризвездной энергии и ее переноса к внешним слоям, в свете известных идей В. А. Амбарцумяна. Между тем, имеющиеся наблюдения пока еще скудны и страдают отсутствием столь важных для исследования этих звезд элементов, как непрерывность и комплексность наблюдений. Ввиду этого мы охотно откликнулись на инициативу Комиссии звездной космогонии Астрономического Совета АН СССР и предложение Крымской астрофизической обсерватории АН СССР принять участие в кооперированных исследованиях RW Возничего, проводимых рядом советских астрономических обсерваторий. В настоящей статье излагаются результаты спектрофотометрического исследования звезды RW Возничего, выполненного нами в этом плане*.

Наблюдательный материал. Спектральный наблюдательный материал получен на 70-см менисковом телескопе с 8°-ой пред-объективной призмой. Дисперсия— 166Å на 1мм около $H\gamma$. Со стороны коротких длин волн спектр простирается до 3500Å .

За 12 ночей двух периодов кооперированных наблюдений (22.XI.—I.XII; 21.XII—30.XII.1962) получено вполне годных к обработке 43 спектральных негатива; к исследованию привлечены также и 2 других негатива, полученных до и после указанных периодов (табл. 1). За 10 дней только первого периода мы наблюдали в течение 9 ночей. Фото-материалом служили пластинки Agфа Астро, несенсибилизированные; лишь один снимок выполнен на пластинке Agфа $H\alpha$ (№ 3251).

Общая характеристика спектра. Спектр звезды RW Возничего сильно пересечен интенсивными эмиссионными линиями, в значительной степени перекрывающими друг друга. Линии поглощения видны только в ультрафиолетовом участке. Это, в основном, водородные линии.

* Другие результаты участия Абастуманской астрофизической обсерватории в кампании фотометрических и спектральных наблюдений звезды RW Возничего, организованной в зиму 1962/63 г., изложены в двух последующих статьях других авторов, помещенных в этом же выпуске Бюллетеня.

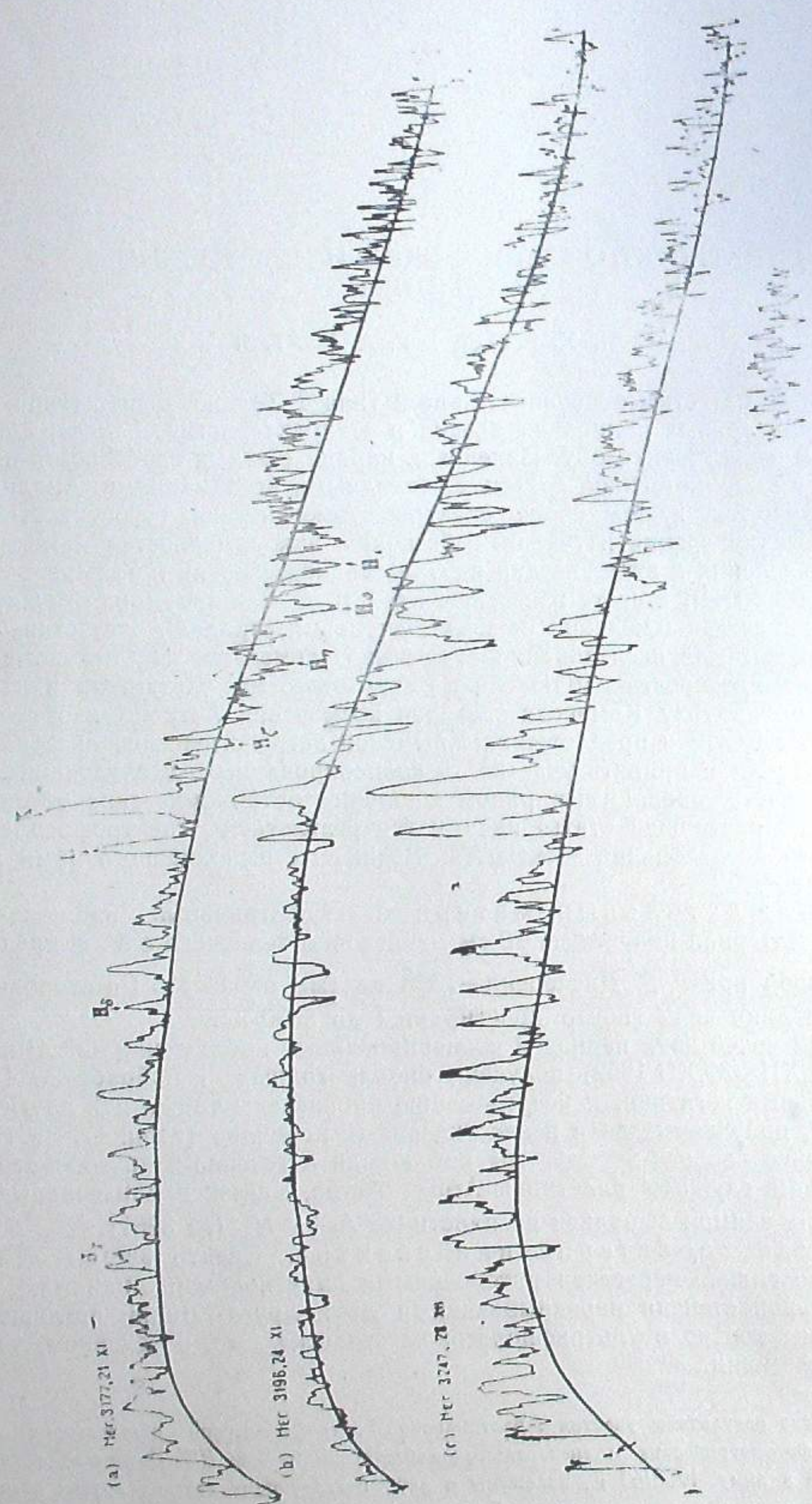


Рис. 1

Таблица 1

№ п/п.	№ негатива	Дата	Юлианские дни	Экспозиция в минутах	Среднее зенитное расст.	№ п/п.	№ негатива	Дата	Юлианские дни	Экспозиция в минутах	Среднее зенитное расст.
1	3088	25-26.X.1962	2437... 963.472	40	15°	24	3207	26-27.XI.1962	2437... 995.329	60	25°
2	3177	21-22.XI	990.324	60	29	25	3208		380	60	15
3	3178		381	60	15	26	3209		433	60	15
4	3183	22-23.XI	991.349	60	22	27	3210		483	60	25
5	3184		404	60	13	28	3211		533	60	38
6	3185		460	60	16	29	3218	28-29.XI	997.276	26	36
7	3186		504	41	28	30	3219		345	60	19
8	3189	23-24.XI	992.320	60	30	31	3220		398	60	12
9	3190		370	60	15	32	3221		457	40	20
10	3191		459	60	16	33	3224	29-30.XI	998.299	60	30
11	3192		483	60	24	34	3225		352	60	15
12	3193		533	60	36	35	3228	30-1.XII	999.300	60	30
13	3194	24-25.XI	993.316	60	29	36	3229		353	60	15
14	3195		367	60	15			2438... 026.407	60	12	
15	3196		416	40	13	37	3239	27-28.XII	026.407	60	12
16	3197		462	60	19	38	3240		462	60	20
17	3198		515	60	33	39	3241		513	60	34
18	3199		563	50	44	40	3247	28-29.XII	027.230	60	27
19	3200	25-26.XI	994.330	60	25	41	3248		282	60	15
20	3201		383	60	15	42	3249		334	60	12
21	3202		435	60	15	43	3250		388	60	24
22	3203		485	60	25	44	3251		433	40	35
23	3204		534	60	38	45	3274	29-30.I.1963	059.353	60	37

Таблица 2

№ п/п.	$\lambda_{изм.}, \text{Å}$	$\lambda, \text{Å}$	Относит. интенс. по Джою [1]	Элемент	№ п/п.	$\lambda_{изм.}, \text{Å}$	$\lambda, \text{Å}$	Относит. интенс. по Джою [1]	Элемент
1	4870	4861	40	H β	16	4260	4258	1	FeII
2	4625	4629	5	FeII	17	4236	4233	6	FeII
		4620	1	FeII	18	4205	4202	2	FeI
3	4586	4590	1	TiII	19	4175	4179	4	FeII
		4584	5	FeII			4173	5	FeII
4	4555	4556	3	FeII			4164	3	TiII
		4549	3	FeII	20	4130	4132	2	FeI
5	4520	4523	3	FeII	21	4100	4102	16	H δ
		4520	3	FeII	22	4061	4064	5	FeI
		4515	2	FeII	23	4030	4026	0	HeI
6	4495	4501	2	Ti II	24	4015	4012	1	TiII
		4491	2	FeII	25	H	3968	35	CaII
		4489	2	FeII	26	K	3934	45	CaII
7	4475	4482	2	FeI	27	3913	3914	1	FeII
		4471	1	HeI	28	3905	3900	1	FeI
		4468	2	TiII	29	3900	3896	1	FeI
8	4450	4450	1	TiII	30	3890	3889	4	H ζ
		4444	3	TiII	31	3875	3878	2	FeI
9	4435	4427	2	FeI			3872	2	FeI
10	4423	4417	3	FeII	32	3855	3856	1	FeI
11	4383	4385	1	FeII	33	3852	3850	1	FeI
		4384	4	FeI	34	3835	3835	2	H η
		4378	2	FeI	35	3825	3828	1	FeI
12	4360	4352	4	FeII			3824	2	FeI
13	4345	4341	25	H γ	36	3818	3820	1	FeI
14	4305	4308	2	FeI			3816	2	FeI
		4303	2	FeII	37	3793	3798	2	H θ
		4302	1	TiII	38	3770	3771	3	Hi
		4300	1	TiII	39	3760	3758	2	FeI
15	4275	4272	2	FeI					

24 ноября, когда звезда имела максимальный блеск (см. рис. 4), эмиссионные линии сопровождались абсорбционными компонентами с длинноволновой стороны (рис. 1, *b*; фото 1). По Джою [1] эмиссионные линии всегда имеют слабые компоненты поглощения, но когда эмиссия интенсивна, они не заметны. Как видно, в нашем случае эти компоненты появились не только потому, что ослабла эмиссия (это действительно имело место), но и потому, что сами линии поглощения усилились, в чем легко убедиться, если рассмотреть регистрограммы (рис. 1, *a*, *b*, *c*).

Внимания заслуживает также и материал ночи 28 декабря, когда эмиссионные линии весьма усилились, а линии поглощения почти не были заметны даже в ультрафиолетовой части (рис. 1, *c*).

Общий же вид спектра заметно не менялся. Поэтому мы сочли достаточным дать описание и характеристику лишь одного спектра, именно, относящегося к 21 ноября (рис. 1, *a*).

На измерительном приборе МИР-12 измерены длины волн ярких линий в спектре и, по данным Джою [1], выполнено их отождествление (табл. 2). При отождествлении мы пользовались одновременно с $\lambda_{изм}$ также и регистрограммой данного спектра (последняя была получена с увеличением в 40 раз), по которой можно было судить о слиянии соседних линий, а также об их относительных интенсивностях. Можно признать, что последние хорошо согласуются с данными Джою, поэтому в таблице 2 относительные интенсивности линий мы приводим по Джою.

Как видно из таблицы, яркие линии принадлежат атомам H, CaII, FeI, FeII, TiII, а также HeI.

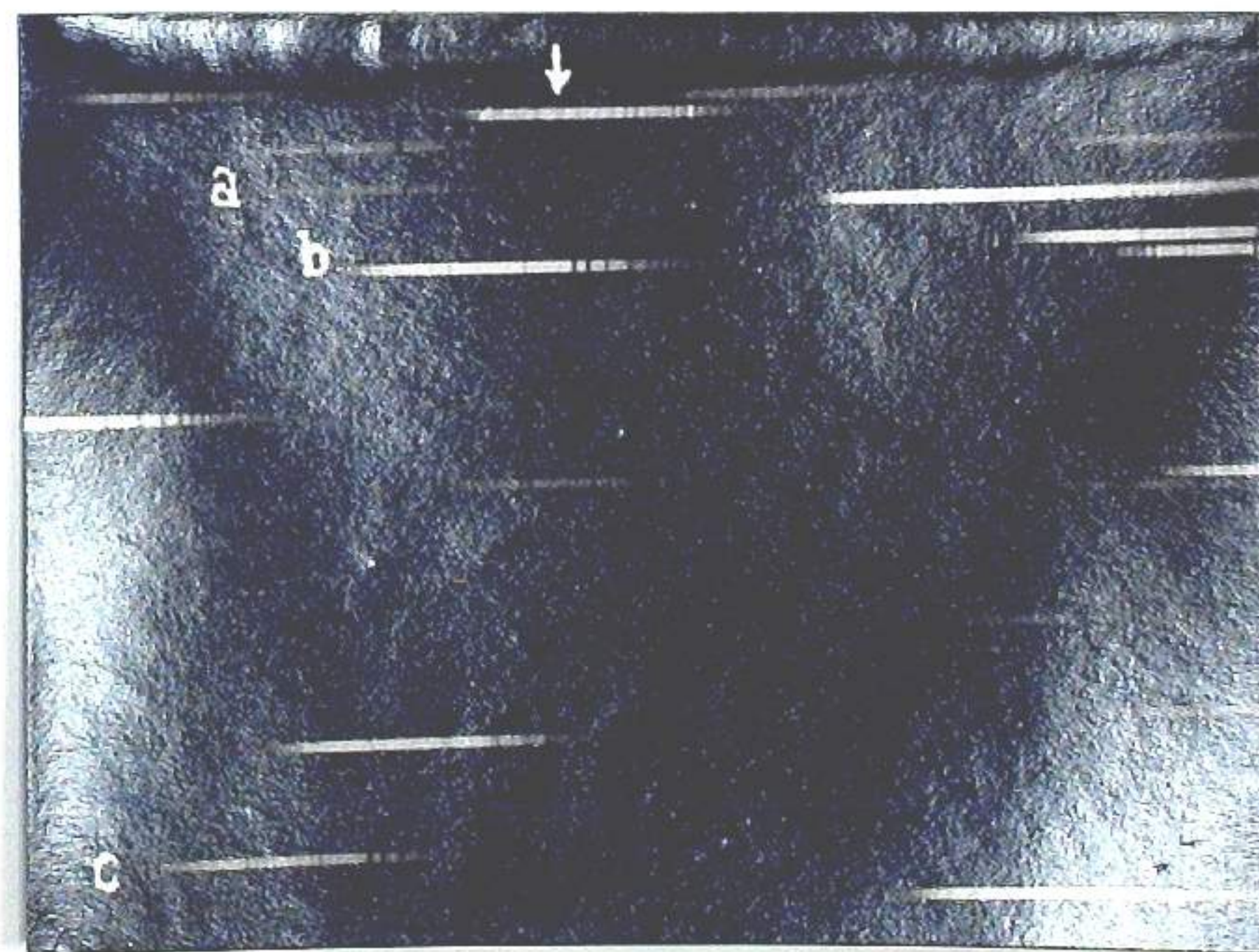
Из этой же таблицы видно, что интенсивность водородных линий с переходом к высоким членам быстро убывает, что характерно также и для линий других атомов, ввиду чего фотографический участок спектра более искажен эмиссионными линиями, чем ультрафиолетовый.

По линиям поглощения в ультрафиолетовом участке, звезду следует отнести к спектральному подклассу F8.

Фотометрия непрерывного спектра. Кривые распределения энергии. Непрерывный спектр *RW* Возничего сравнивался со спектрами звезд *a*, *b* и *c* (фото 1), спектральные классы которых A5, F8 и F6, соответственно. Мы отказались от использования в качестве звезды сравнения рекомендованной координатором кооперированных наблюдений звезды, обозначенной на карте поля П. Н. Холопова через *d* (см. в статье Л. Н. Мосидзе на стр. 22 настоящего выпуска Бюллетеня), во-первых, из-за ее слабого блеска в ультрафиолетовом участке и, во-вторых, в связи с частичным перекрытием соседним спектром.

Звезды *a* и *b* удобны по блеску и близости к исследуемой. Первая хорошо применима в смысле нормального почернения в фотографической области, вторая — в ультрафиолетовой. По этим звездам и были вычислены кривые распределения энергии в непрерывном спектре *RW* Возничего, для фотографического и ультрафиолетового участка, каждая из которых затем, для того, чтобы полностью и одновременно проследить за спектром по всей ее длине ($\lambda 5000-3500$), была приведена к звезде *c*. Впрочем в виду того, что с длинноволновой стороны спектр частично перекрывается соседним, мы вынуждены были ограничиться лишь интервалом $\lambda 4500-3500\text{Å}$.

Регистрограммы получались с увеличением в 40 раз. Из-за обиль-



ной пересеченности спектра исследуемой звезды интенсивными эмиссионными линиями, понятно, возникали трудности в оконтуривании непрерывного спектра. Нам приходилось учитывать целый ряд обстоятельств, на которых мы не будем здесь останавливаться, ограничиваясь тем, что на рис. 1, *a*, *b*, *c* показаны проведенные нами линии непрерывного спектра в трех наиболее отличающихся друг от друга случаях.

На рис. 2 представлена кривая распределения энергии звезды *c* относительно звезд *a* и *b* для фотографического и ультрафиолетового участков, соответственно. Данными этой последней и воспользовались мы

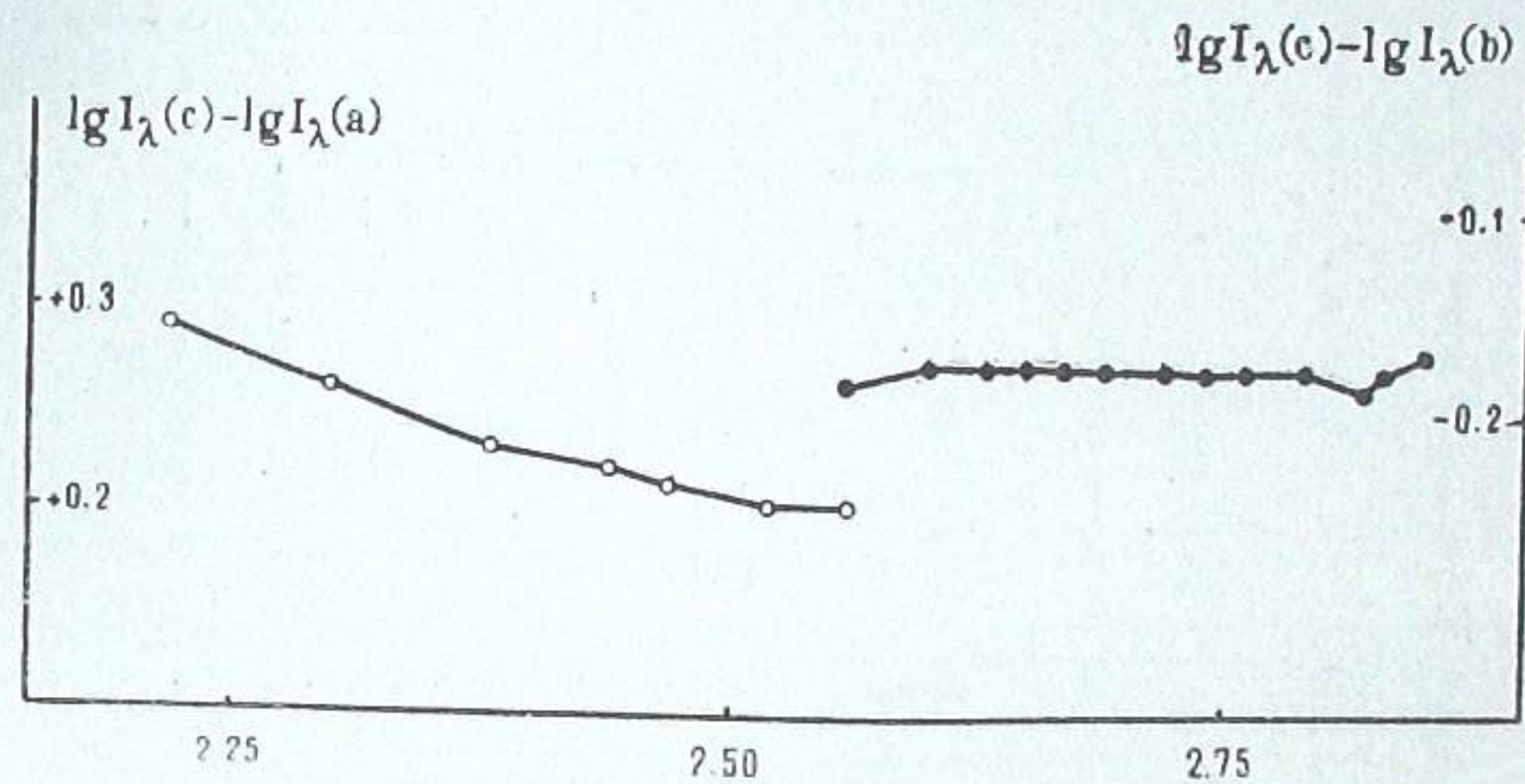


Рис. 2

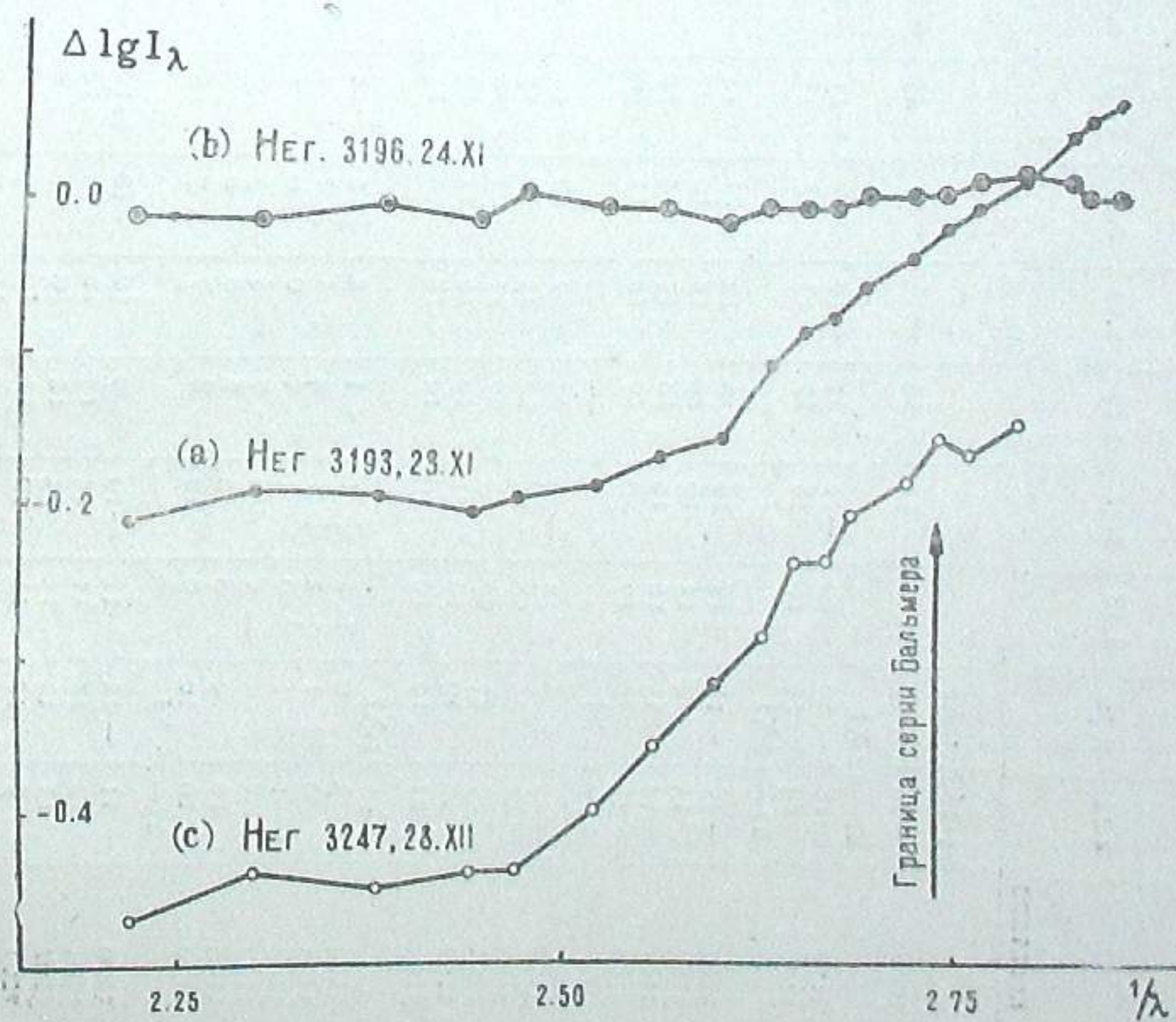


Рис. 3

для приведения к звезде c значений энергии в непрерывном спектре RW Возничего, вычисленных относительно звезд a и b .

В таблице 3 собраны данные, характеризующие распределение энергии RW Возничего относительно звезды c для отдельных наблюдений.

Относительное распределение энергии в непрерывном спектре RW Возничего рассматривается как разность

$$\Delta \lg I_{\lambda} = \lg I_{\lambda}(RW \text{ Aur}) - \lg I_{\lambda}(c).$$

На рис. 3 представлены три наиболее отличающиеся друг от друга кривые распределения энергии RW Возничего (a , b , c).

Как видим, в фотографическом участке во всех трех случаях ход более или менее нормален (вспомним, что 21 ноября звезда имела спектральный класс F8), но приблизительно от λ 4000 Å кривые a и c начинают повышаться, из чего следует, что в ультрафиолетовой части мы действительно имеем избыточное излучение.

Мы считаем возможным подчеркнуть, что эта картина вполне реальна и никак нельзя отнести ее к неточностям в проведении уровня непрерывного спектра. Действительно, как отмечено и выше, фотографический участок пересечен не менее многочисленными, а при этом и более интенсивными эмиссионными линиями, чем ультрафиолетовый. Так что, если говорить о погрешностях в оконтуривании непрерывного спектра, они в равной степени имеются и в фотографической части, в силу чего эта часть тоже должна была бы подняться вверх не менее, чем ультрафиолетовая.

Интересно остановиться на кривой b , соответствующей ночи максимального блеска 24 ноября. Именно здесь, как видим, в ультрафиолетовом участке избыток излучения почти не заметен. Кривая энергии в данном случае подобна обычной, присущей звездам класса F6. Вспомним, что как сказано выше, в это время эмиссионные линии в спектре исследуемой звезды очень ослабли, а линии поглощения, напротив, усилились (рис. 1, b). Необходимо отметить, что в данную ночь, если исходить из четырех наблюдений (негатив №№ 3194—7), ультрафиолетовый участок в среднем немного все-же повышен, а два последних наблюдения (негативы №№ 3198,9) уже показывают усиление ультрафиолетового участка (таблица 3).

Как перед максимумом (кривая a), так и после него, мы имеем усиление непрерывной ультрафиолетовой эмиссии. Что касается ночи минимума (29.XI), здесь непрерывная эмиссия хотя и относительно слаба, но все же имеется.

28 декабря (кривая c), когда блеск звезды ничем особенным не отличался, непрерывная эмиссия достигла наибольшей интенсивности (хотя, мы и не знаем какой фазе изменения блеска звезды соответствует этот случай; см. рис. 4).

Итак нет полной корреляции между изменением блеска звезды и непрерывной ультрафиолетовой эмиссией.

Посмотрим, какой характер вообще носят изменения непрерывной ультрафиолетовой эмиссии в зависимости от изменений в блеске.

Совершенно ясно, что для этого лучше применить построение монохроматических кривых блеска, дабы иметь дело с чистым эффектом изменений интенсивности непрерывного спектра, т. к. в обычной интегральной фотометрии, в более или менее широких спектральных участках, неизбежно влияние изменений в эмиссионных линиях.

Монохроматические кривые блеска и цвет звезды. На рис. 4 представлены построенные нами кривые изменения мо-

нохроматического блеска Δm_{4340} и Δm_{3650} — в фотографическом и ультрафиолетовом участках (табл. 4). Звезда сравнения — c .

Малые точки относятся к индивидуальным наблюдениям; большие — к средним за ночь значениям. Ошибка одного определения равна $\pm 0^m 03$ и $\pm 0^m 05$ для фотографического и ультрафиолетового участков, соответственно.

m_{4340} может заменить величину B в системе $U-B-V$, а m_{3650} не вполне соответствует величине U , но, наш спектр, правда, простирается до 3500 Å, однако в коротковолновой части кривой распределения энергии уверенными точки мы можем считать только лишь до 3600 Å, приблизительно.

Как видно из кривых блеска, еще в предшествующую максимуму ночь звезда начала увеличиваться в блеске. В ночь фиксированного нами максимума, фактически наблюдалось уменьшение блеска, так что, возможно, на самом деле, максимум был более интенсивным. По нашим данным нельзя, пожалуй, утверждать, что мы фиксировали момент самого максимума. Впоследствии в течение ночи звезда не испытывала больших изменений. Здесь имели место малые колебания блеска. От ночи же к ночи блеск явно уменьшался.

Интересно отметить, что амплитуда изменения блеска в общем в фотографическом участке больше, чем в ультрафиолетовом.

Максимальная амплитуда изменения блеска, если ограничиться ноябрьскими наблюдениями, в фотографическом участке имеет значения $1^m 2$, а в ультрафиолетовом $0^m 8$.

На рис. 5, a представлена кривая изменения цвета RW Возничего ($\Delta C = \Delta m_{3650} - \Delta m_{4340}$, что можно условно считать цветом $\Delta(U-B)$), по отношению к звезде сравнения F6. Если вспомнить, что для F6V в системе Джонсона и Моргана $U-B = -0.02$, и пренебречь межзвездным поглощением, с большей или меньшей вероятностью можем считать, что ΔC — это то же, что и C для нашей звезды.

Как видим, цвет $U-B$ строго не коррелируется с блеском звезды. Зато, он находится в тесной корреляции с изменением непрерывной ультрафиолетовой эмиссии (см. рис. 3 и 5, a) и, таким образом, в основном обусловлен именно этой последней.

Цвет меняется в интервале -0.1 — -0.7 , что не соответствует спектральному классу данной звезды (G5—F6) и может объясняться избыточной ультрафиолетовой эмиссией.

Эквивалентные ширины эмиссионных линий. Эквивалентные ширины измерялись только для линий H и K CaI (табл. 5), поскольку только их можно было так или иначе достоверно измерять в качестве независимых линий. Но, как вытекает из рассмотрения спектров, изменения в этих линиях вполне характеризуют изменения вообще эмиссионных линий в спектре.

Эквивалентные ширины даются в единицах непрерывного спектра звезды сравнения c . Средняя ошибка определения $\pm 0.5 \text{ \AA}$.

На рис. 5, b представлены кривые изменения эквивалентных ширины линий H и K по средним за ночь значениям.

В изменении линии H играет определенную роль и H_{β} , поэтому изменения в линиях H и K не вполне соответствуют друг другу. Однако, нужно учесть также и то обстоятельство, что линия K самая интенсивная в спектре и она, в общем, несколько передержана.

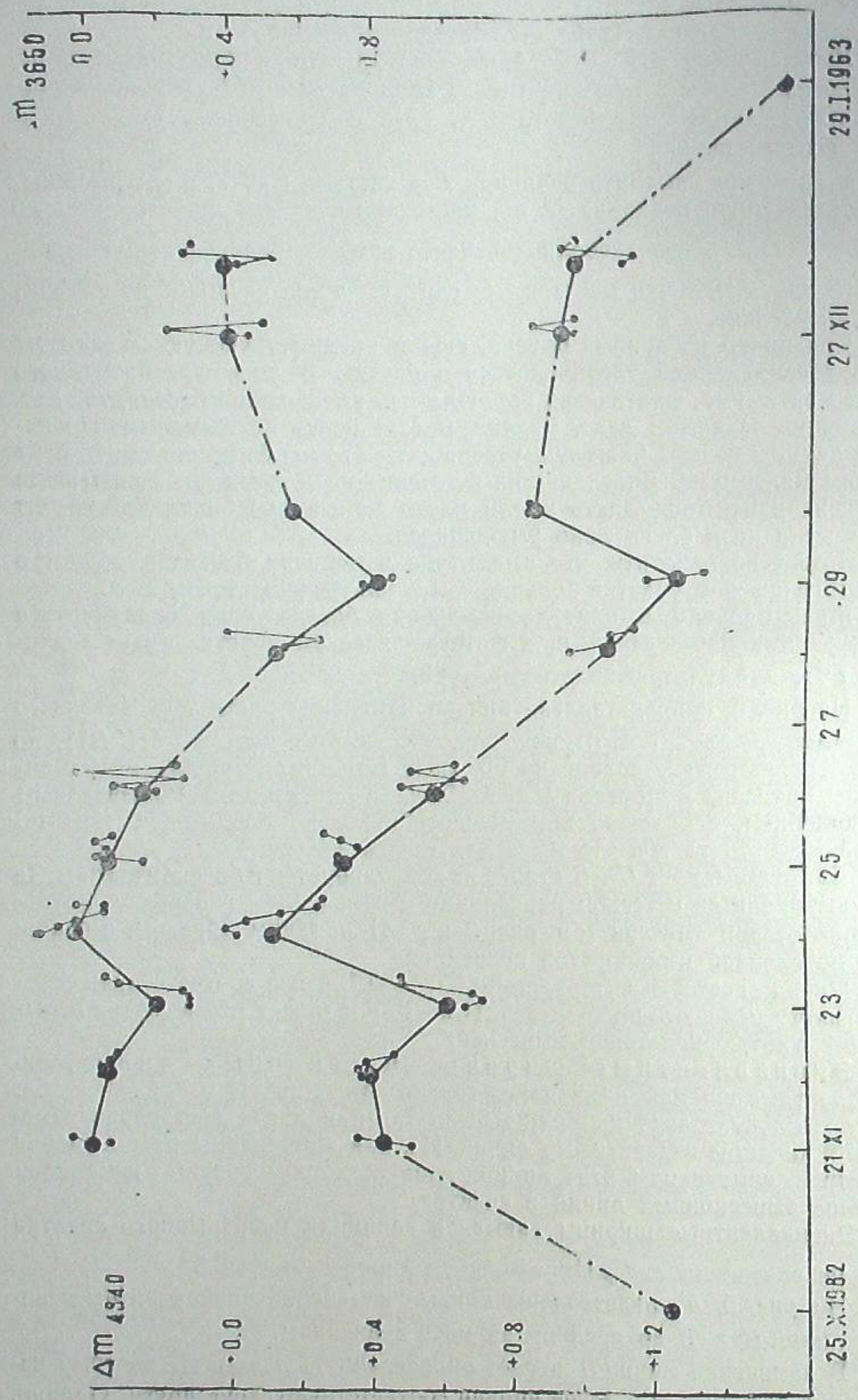


Рис. 4

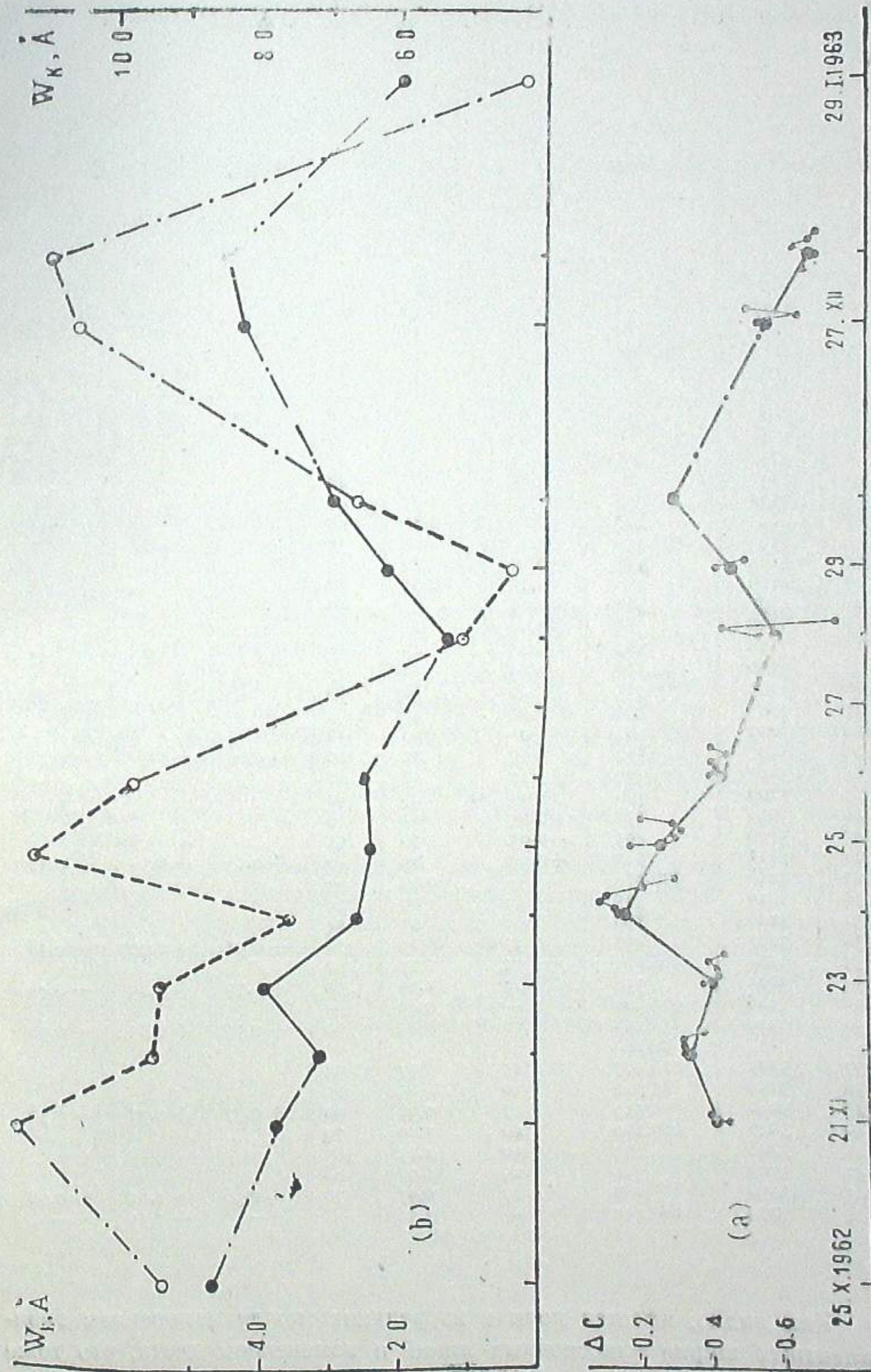


Рис. 5

Эквивалентная ширина линии H_{α} вычисленная только лишь для 28 декабря (негатив № 3251, эмульсия Агфа H_{α}), оказалась равной 36Å.

Таблица 4

№ п/п.	№ негатива	Юлианские дни	Δm_{2830}	Δm_{4340}	Δc	Средняя за ночь		Δc
						Δm_{2830}	Δm_{4340}	
1	3088	2437...	—	+1.25	—	—	+1.25	—
2	3177	963.472	+0.05	0.50	-0.45	—	—	—
3	3178	381	-0.05	35	40	0.00	+0.42	-0.42
4	3183	991.349	+0.03	37	34	—	—	—
5	3184	404	03	35	32	—	—	—
6	3185	460	05	37	32	—	—	—
7	3186	504	07	45	38	+0.04	+0.38	-0.34
8	3189	992.320	27	65	38	—	—	—
9	3190	370	27	70	43	—	—	—
10	3191	459	25	67	42	—	—	—
11	3192	483	07	47	40	—	—	—
12	3193	533	+0.03	+0.47	44	+0.18	+0.59	-0.41
13	3194	993.316	-0.15	0.00	15	—	—	—
14	3195	367	-0.10	-0.03	13	—	—	—
15	3196	416	-0.05	+0.03	08	—	—	—
16	3197	462	+0.03	13	10	—	—	—
17	3198	515	+0.03	23	20	—	—	—
18	3199	563	-0.05	25	30	-0.05	+0.10	-0.15
19	3200	994.330	+0.13	30	17	—	—	—
20	3201	383	00	30	30	—	—	—
21	3202	435	03	35	32	—	—	—
22	3203	485	00	30	30	—	—	—
23	3204	534	05	25	20	+0.04	+0.30	-0.26
24	3207	995.329	17	57	40	—	—	—
25	3208	380	05	47	42	—	—	—
26	3209	433	+0.25	65	40	—	—	—
27	3210	483	-0.05	50	55	—	—	—
28	3211	533	+0.23	63	40	+0.13	+0.56	-0.43
29	3218	997.276	—	0.95	—	—	—	—
30	3219	345	53	107	54	—	—	—
31	3220	398	63	07	44	—	—	—
32	3221	457	37	13	76	+0.51	+1.06	-0.58
33	3224	998.299	75	17	42	—	—	—
34	3225	352	83	1.33	50	+0.79	+1.25	-0.46
35	3228	999.300	—	0.85	—	—	—	—
36	3229	353	55	85	30	+0.55	+0.85	-0.30
37	3239	2438...	—	—	—	—	—	—
38	3240	026.407	43	97	54	—	—	—
39	3241	462	20	85	65	—	—	—
40	3241	513	47	0.97	50	+0.37	+0.93	-0.56
41	3247	027.230	40	1.10	70	—	—	—
42	3248	282	50	1.13	63	—	—	—
43	3249	334	25	0.93	68	—	—	—
44	3250	388	27	0.97	70	+0.36	+1.03	-0.68
44	3274	059.353	—	1.55	—	—	+1.55	—

Как видно, имеется полная корреляция между изменением эквивалентных ширин эмиссионных линий и изменением цвета, что тоже самое—изменением непрерывной ультрафиолетовой эмиссии.

Таблица 5

№ Негатива	Дата	$W_{\lambda}, \text{Å}$		$\bar{W}_{\lambda}, \text{Å}$		№ Негатива	Дата	$W, \text{Å}$		$\bar{W}_{\lambda}, \text{Å}$	
		H	K	H	K			H	K	H	K
3088	25—26.X.1962	4.63	9.39	4.63	9.39	3204	25—26.XI.1962	2.79	12.06	2.48	11.27
3177	21—22.XI.	3.53	10.35	—	—	3207	26—27.XI.	3.79	11.20	—	—
3178	—	4.02	12.56	3.78	11.46	3208	—	2.41	9.93	—	—
3183	22—23.XI.	3.24	9.06	—	—	3209	—	2.55	9.02	—	—
3184	—	3.16	9.12	—	—	3210	—	2.41	9.93	—	—
3185	—	2.84	11.05	—	—	3211	—	3.02	9.21	2.60	9.86
3186	—	3.52	9.16	3.19	9.50	3218	28—29.XI.	1.63	6.07	—	—
3189	23—24.XI.	3.55	8.64	—	—	3219	—	1.49	5.55	—	—
3190	—	4.43	8.83	—	—	3220	—	0.79	5.02	—	—
3191	—	4.29	12.31	—	—	3221	—	1.27	4.25	1.37	5.22
3192	—	4.95	8.84	—	—	3224	29—30.XI	2.16	4.66	—	—
3193	—	3.35	8.95	4.10	9.51	3225	—	2.33	4.90	2.24	4.78
3194	24—25.XI.	2.36	8.39	—	—	3228	30—1.XII.	2.83	7.28	—	—
3195	—	1.67	6.56	—	—	3229	—	3.33	6.18	3.08	6.73
3196	—	1.77	8.05	—	—	3239	27—28.XII	3.59	11.63	—	—
3197	—	2.48	7.63	—	—	3240	—	5.08	9.74	—	—
3198	—	3.84	8.36	—	—	3241	—	4.23	10.35	4.30	10.57
3199	—	4.05	7.03	2.70	7.67	3247	28—29.XII.	5.64	12.47	—	—
3200	25—26.XI.	2.13	12.09	—	—	3248	—	4.99	11.28	—	—
3201	—	2.57	10.02	—	—	3249	—	3.68	10.37	—	—
3202	—	2.39	10.95	—	—	3250	—	3.89	10.18	4.52	11.02
3203	—	2.50	11.23	—	—	3274	29—30.I.1963.	2.02	4.19	2.02	4.19

Выводы. Кривые распределения энергии звезды RW Возничего обнаруживают избыточное ультрафиолетовое излучение. Хотя в ночь максимума блеска его почти и не было и кривая энергии тогда была подобна обычной, присущей звездам F6, за то как перед максимумом, так и после него имелось усиление ультрафиолетовой эмиссии. Что касается ночи минимума, здесь также эмиссия имелась, хотя и была выражена слабее.

Следовательно, непрерывная ультрафиолетовая эмиссия не находится в строгой корреляции с изменением блеска звезды.

Монохроматические кривые блеска показывают, что амплитуда изменения блеска, в общем, в фотографическом участке больше, чем в ультрафиолетовом. Цвет $U-B$ не находится в строгой корреляции с блеском звезды. Между тем, он коррелирует с непрерывной ультрафиолетовой эмиссией и, таким образом, в основном, обусловлен именно этой последней.

Имеется хорошо выраженная корреляция между изменением эквивалентной ширины эмиссионных линий и непрерывной ультрафиолетовой эмиссией.

Интерпретируя наши результаты и исходя из соображений, основанных на концепции В. А. Амбарцумяна, нам рисуется следующая картина. Освобождение энергии, выносимой каким-то неизвестным механизмом из недр звезды, в данном случае—почти непрерывно, происходит, в основном, в фотосферных слоях и, следовательно энергия переходит здесь в температурное излучение. Небольшая же часть освобождается в верхних слоях атмосферы, в результате чего возникает непрерывная ультрафиолетовая эмиссия нетепловой природы. Ясно, что видимый эффект последней быстрее достигает наблюдателя, чем эффект, связанный с превращением в тепловую энергию. Поэтому и от-

сутствует строгая корреляция во времени с переменностью блеска, который в основном обуславливается излучением, исходящим из фотосферы, и потому носящим тепловой характер.

С этим выводом не находятся в противоречии результаты Я. И. Кумсишвили и его соавторов, публикуемые в данном же выпуске Бюллетеня (стр. 33). Можно сказать, что эти авторы не указывают на избыток излучения в фотографическом участке по отношению к визуальному. Но это понятно; во-первых, в их случае, в образовании блеска B и V участвуют также эмиссионные линии, поэтому нельзя быть уверенным в непосредственной причине переменности блеска. Тут же нужно заметить также, что B и V должны быть искажены влиянием второго компонента RW Возничего ($dMOe$; 12.5 фотогр. зв. вел.). А во-вторых, если сказанное нами выше о преобладающем значении теплового излучения верно, то результат таким и должен бы быть. Уместно вспомнить, что в период наших наблюдений блеск RW Возничего менялся в пределах 10.40—12.08 фотогр. звездной величины [3].

Однако, как видно из рис. 3 в статье Я. И. Кумсишвили и др. [2], цвет $B-V$ не находится в полной корреляции с блеском и в некоторой степени он одновременно коррелирует с непрерывной ультрафиолетовой эмиссией; в период, предшествующий максимуму, изменения цветов $B-V$ и $U-B$ вполне тождественны. Следовательно, некоторый, хотя и слабо выраженный избыток излучения в фотографическом участке все же наблюдается.

Рассмотрим теперь данные Л. Н. Мосидзе [3]. Они интересны тем, что охватывают более продолжительный период и, вместе с тем, выполнены в трех цветах. Как видно по ним, $B-V$ явно коррелирует с блеском, хотя полной корреляции и тут нет, что указывает на то, что, кроме изменения блеска звезды (обусловленного, в основном температурным излучением) и влияния второго компонента RW Возничего (что может только увеличить первый эффект), здесь действует еще какой-то фактор. Что же касается $U-B$, то он почти не находится в корреляции с блеском, что означает, что в данном случае действует иной фактор, чем в отношении $B-V$. Интервал изменения $U-B$ явно указывает на наличие избыточной ультрафиолетовой эмиссии. Однако, в случае Л. Н. Мосидзе количественно она меньше. Причину следует усмотреть в том, что, как и в предыдущем случае в образовании величин U и B участвуют также и эмиссионные линии. Эти последние же, как мы неоднократно отмечали, усиливают фотографический участок больше, чем ультрафиолетовый и производят некоторую, так сказать, компенсацию ультрафиолетового избытка.

Сравнение спектрофотометрических данных с данными фотометрии еще раз убеждает в том, что для эмиссионных звезд и, следовательно, для звезд типа RW Возничего одни лишь фотометрические данные, тем более если не включают цвета U , но могут дать сколько-нибудь реальную или полную картину. Они дают мало и то—в более или менее искаженном виде, в связи с чем без спектрофотометрических данных они могут ввести в заблуждение при истолковании наблюдаемых фактов.

Следовательно, исследования звезд типа RW Возничего обязательно требуют применения спектральных методов. Только наряду со спектральными, фотометрические сведения доставляют нам материал для более детального обсуждения результатов.

В заключение мы хотели бы подчеркнуть, что форма кооперированных наблюдений и исследований оказалась на примере последней кампании весьма плодотворной. По-видимому, исследования подобных задач следует вести только таким путем,—путем широкого кооперирования одновременных комплексных наблюдений.

Что касается собственно RW Возничего, наряду со сказанным следует помнить, что, как известно, максимальная амплитуда изменения блеска для нее достигает 4 зв. величин (9.6—13.6), а в периоды наших наблюдений она достигла приблизительно лишь 1.5. Таким образом, за характером изменения блеска звезды не в полной мере и недостаточно прослежено; следовательно, для более полного обсуждения вопросов, которые ставятся в связи с изучением звезд типа T Тельца, необходимо выяснить насколько повторяемы наблюдаемые факты и закономерности или каков характер их изменения и, конечно, неизбежно продолжение исследований, основанных на последующих наблюдениях.

Мы намерены продолжать наблюдения RW Возничего и в дальнейшем, дополнив их вместе с тем спектральными наблюдениями в визуальном участке, что позволит увереннее оценить влияние на результаты второго компонента.

В заключение мы должны отметить с благодарностью работу, выполненную мл. научным сотрудником обсерватории Л. В. Схиртладзе по микрофотометрической обработке большого количества негативов, а также участие в обработке и вычислениях мл. научного сотрудника Д. Г. Чипашвили и аспиранта М. Д. Метревели.

Июль, 1963.

მეცნიერების რედაქციის მიერ გამოქვეყნებული

მ. ხარადზე და რ. ბარტაია

SPECTROPHOTOMETRIC STUDY OF RW AURIGAE.

E. K. KHARADZE and R. A. BARTAYA

(Summary)

There are some well known peculiarities of stars of the type T Tau. They are expressed in the shape of the light curves and in spectral characteristics. The interest shown in this respect, caused both by these peculiarities and by spatial connection with associations, is also well known. The analysis of photometric and all the more of spectrophotometric peculiarities is important from the point of view of study of laws and mechanisms of intrastellar energy release and of its transfer towards the outer layers in the light of the known V. A. Ambartsumian's ideas. Meanwhile the observations available are so far scarce and lack both continuous and complex observations so important for the study of these stars.

At the end of 1962, while taking part in the co-operated observations of the stars RW Aurigae, we obtained rather abundant spectral material, on the basis of which we have made spectrophotometric study of the above mentioned stars. The results of our study are given in this paper.

2. აბსტ. ასტროფ. ობს. ბიულ., № 30



The spectral material was obtained with the 70-cm meniscus type telescope and 8° objective prism attached to it. The dispersion was 166 Å per Imm. The material is given in Table I.

A general characteristic of the spectrum, illustrated by Figs. 1, a, b, c and photo I is given in this paper. The results of identification of lines and of measurements of their wave lengths are represented in Table 2.

The curves of energy distribution of the stars are given in Fig 3. The numerical data are to be found in Table 3.

The character of the change of the continuous ultra-violet emission depending on the change of light is considered, therefore monochromatic light curves are plotted which are shown in Fig. 4. The curve of colour change of *RW Aur* is given in Fig. 5a. The colour *U—B* does not strictly correlate with the star light, but it is in close correlation with the change of the continuous ultra-violet emission as it is caused in the main by this latter one.

The colour changes in the range—0.1— —0.7; it does not correspond to the spectral class of the given star (G5—F6) and may be explained by the excess of ultra-violet emission.

The curves of variation of equivalent widths of the lines *H* and *K* are given in Fig. 5b. There is a complete correlation between the change of the equivalent widths of emission lines and the change of colour, the same as with the change of a continuous ultra-violet emission.

The analysis of the obtained material and of the plotted curves leads to the following conclusions.

The curves of energy distribution of the star *RW Aur* show some excess of ultra-violet radiation. Though it was almost absent during the night of maximum light and the energy curve was similar to that of the stars F6. But before the maximum as well as after it there was some intensification of ultra-violet emission. As to the night of the minimum the emission took there also the place though it was less pronounced.

Hence continuous ultra-violet emission is not in strict correlation with the change of the star light.

Monochromatic light curves show that the amplitude of the light change is in general wider in the photographic region than in the ultra-violet one. The colour *U—B* is not in strict correlation with the star light. Meanwhile it correlates with the continuous emission and thus it is caused in the main by the latter.

There is a well pronounced correlation between the change of the equivalent width of emission lines and continuous ultra-violet emission.

Interpreting our results and proceeding from the considerations based on V. A. Ambartsumian's conception we obtain the following picture. The release of energy, carried out of the depths of the star by some unknown mechanism, in the given case almost incessantly, takes place in the main in photospheric layers and consequently the energy is transformed here into thermal radiation. A small part of energy is released in the upper layers of the atmosphere and as a result continuous ultra-violet emission

of non thermal origin appears. It is clear that the visible effect of the latter reaches the observer sooner than the effect associated with transformation into thermal energy. Therefore there is no strict correlation in time with the light change, which is caused in the main by radiation emitted from the photosphere and therefore of thermal character.

The results of J. J. Kumsishvili and of his co-authors, published in this issue of the Bulletin (page 33), do not contradict this conclusion. One can say that these authors do not indicate the fact of the excess of radiation in the photographic region with respect to the visual one. But one can understand that; firstly, in their case emission lines also take part in creation of the light *B* and *V*, therefore one cannot be sure of the direct reason of the light change. Here one should note that *B* and *V* should be distorted because of the influence of the second component *RW Aur* (dMOe; 12.5 pg. mg.). Secondly if the above mentioned about the dominating value of thermal radiation is true, then we should have such a result. It is relevant to recall that the light of *RW Aur* changed in the range of 10.40—12.08 pg. mg. during the period of our observations.

However as it is seen in Fig. 3 in the paper by J. J. Kumsishvili et al., the colour *B—V* is not in complete correlation with the light and at certain rate it simultaneously correlates with the continuous ultra-violet emission; in the period preceding the maximum the changes of the colours *B—V* and *U—B* are quite identical. Hence there is some though slightly pronounced excess of emission in the photographic region.

We shall consider now the data of L. N. Mosidze [3]. They are interesting because they embrace a longer period and besides they are in three colours. As it is seen *B—V* clearly correlates with the light though there is no complete correlation. This fact indicates that besides the change of the star light (caused mainly by thermal radiation) and the influence of the second component of *RW Aur* (this fact can only increase the first effect), there is some other factor acting there. As to *U—B* it is almost not in correlation with light, which means that in this case there acts another factor than in *B—V*. The range of *U—B* change clearly shows the presence of excess of ultra-violet emission. But in L. N. Mosidze's case it is quantitatively smaller. The reason should be found in the fact that as in the previous case emission lines take part in the formation of the magnitudes *U* and *B*. The latter ones as we have already noted more than once strengthen more the photographic region than the ultra-violet one and produce some so to say compensation of ultra-violet excess.

The comparison of spectrophotometric data with those of photometry convinces us once more that for emission stars and that means for stars *RW Aur* type only photometric data, the more as they do not involve colours of *U*, can not give any real or complete picture. They give little and in more or less distorted form and therefore without spectrophotometric data they may lead into error at the interpretation of the observed facts.

Hence the study of *BW Aur* type stars demands inevitably the use of spectral methods. Only together with spectral data the photo-

metric ones give us material for more detailed study of the results.

In conclusion we should like to emphasize that the form of co-operated observations and investigations proved to be very fruitful according to the example of the last campaign. Apparently study of such problems should be conducted only in this way, by wide co-operation of complex observations carried on synchronically.

As to *RW* Aur itself one should remember besides that, as it is known, the maximum amplitude of light change for it reaches 4 mgs (9.6 — 13.6) and during the periods of our observations it reached only about 1.5. Thus we have not watched the change of the star light sufficiently and in full measure; hence to study more thoroughly the problems arising in association of the investigations of the stars of T Tauri type it is necessary to find out the recurrence of the observed facts or the character of their change. Certainly, the study based on the farther observations should be continued.

We intend to continue observations of *RW* Aur further supplying them with spectral observations in the visual region, which will allow to estimate with higher reliability the influence of the second component on the results.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Joy A. N. *Aph. J.* 1945, 102, 168.
2. Кумсишвили Я. И., Магалашвили Н. Л. и Абуладзе О. П. *Бюлл. Абастум. астрофиз. obs.* 1963, № 30, 33.
3. Мосидзе Л. Н. *Бюлл. Абастум. астрофиз. obs.* 1963, № 30, 21.

ТРЕХЦВЕТНАЯ ФОТОМЕТРИЯ ЗВЕЗДЫ *RW* ВОЗНИЧЕГО*

Л. Н. МОСИДЗЕ

Звезда *RW* Возничего наблюдалась нами с 1960 года спорадично, фотографически, в трех цветах, по программе наблюдений нестационарных звезд, осуществляемой в обсерватории. В связи с предпринятой в прошлом году кампанией мы активизировали ее наблюдения в периоды с 22-го ноября по 1 декабря и с 22-го декабря по 30 декабря 1962 года.

Наблюдения производились на анаберрационной камере Шмидта (360—444 мм; фок, расст. 625 мм.).

Звездные величины звезд сравнения в поле вокруг исследуемой звезды определены нами по стандартам в скоплении М34, находящемся относительно близко к *RW* Возничего. При этом использованы негативы, снятые в разные ночи, все—около меридиана.

Блеск каждой звезды сравнения определялся по 10 негативам. Атмосферное поглощение учитывалось введением поправок за разность зенитных расстояний между М 34 и звездами сравнения, измерения велись на микрофотометре МФ-2. На рис. 1 приводится карта поля во-

Таблица 1

№№	U	B	V	№№	U	B	V
3	10 ^m .28	10 ^m .03	9 ^m .56	f	12 ^m .47	11 ^m .80	10 ^m .93
a	10 .85	10 .53	10 .31	g	12 .63	12 .03	11 .41
b	11 .36	11 .13	10 .46	k	12 .70	12 .50	11 .98
c	11 .60	11 .25	10 .88	4		11 .13	9 .68
d	11 .60	11 .67	11 .05	5	11 .85		
e	12 .00	11 .67	11 .22	8		12 .38	11 .76

* Исследование выполнено в порядке участия в кампании координированных фотометрических и спектральных наблюдений звезды, организованной Крымской астрофизической обсерваторией АН СССР в зиму 1962/63 года (см. также стр. стр. 3 и 33).

круг RW Возничего с указанием звезд сравнения, а в таблице 1—выведенные нами звездные величины звезд сравнения в системе *UBV*.

Карта заимствована из работы П. Н. Холопова [1]. Цифрами отмечены звезды дополнительно введенные в качестве звезд сравнения по рекомендации координатора кооперированных наблюдений.

Мы пользовались следующими комбинациями фильтров и эмульсий:

Система — *U* *A-500+UG₂*
 — *B* *A-500+CG₁₃*
 — *V* *A-600+GG₁₁*

(Обозначения эмульсий на пленках—по системе НИКФИ).

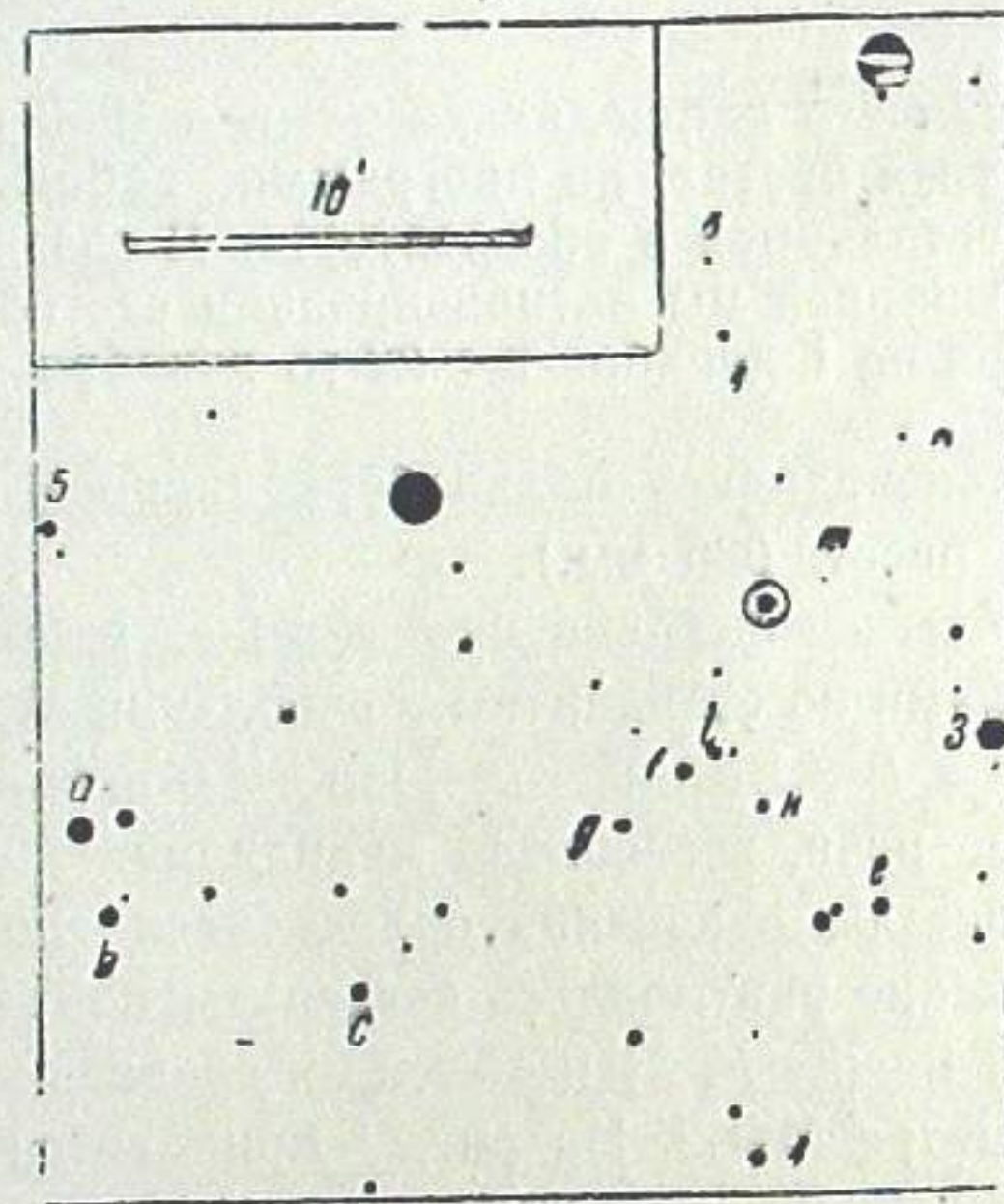


Рис. 1

Эффективные длины волн оказались соответственно равны 3600, 4300, 5525 ангстрем, а средние квадратические ошибки одного определения величин *U*, *B*, *V*: $\pm 0^m 04$, $\pm 0^m 06$, $\pm 0^m 06$.

В таблице 2 собраны данные всех индивидуальных наблюдений, относящихся к юлианским дням (в первом столбце указаны номера астронегативов).

В таблице 3 представлены средние суточные значения звездных величин и показателей цвета.

Таблица 2

№№	JD	U	B	V	U-B	B-V	№№	JD	U	B	V	U-B	B-V
4624	2436	11.19					5465	2437	11.04			-0.32	
25	.381		11.37		-0.18		66	.382			10.73		+0.63
26	.385			10.89	+0.48		79	632.238			10.70		
51	.572			10.82		+0.66	80	.250	11.23			-0.34	+0.87
52	.576		11.48				81	.259		11.57			
53	.581	11.49			+0.01		83	639.253	10.90				
66	278.296	11.69					84	.260		11.02		-0.12	
67	.308		11.60		+0.09		85	.267			10.28		+0.74
68	.311			10.86	+0.74		92	.321	10.86				
78	279.274		12.00			+0.80	93	.331		11.07		-0.21	
79	.287			11.20			97	.361			10.41		+0.66
80	.294	12.32			+0.32		5506	.461	10.90				
99	288.280		11.71				07	.468		11.12		-0.22	
4700	.284			11.17		+0.54	08	.472			10.20		+0.92
01	.291	11.88			+0.17		14	640.211			10.18		
30	292.354			11.31		+0.86	15	.216		10.95			+0.77
31	.358		12.17				16	.222	10.68			-0.27	
32	.363	12.40			+0.23		44	.560			10.63		+0.72
36	293.398			11.79			45	.566		11.35			
37	.403		12.36			+0.57	46	.569	11.20			-0.15	
38	.406	12.83			+0.47		58	667.209			11.58		
	2437						59	.217	12.32				
45	305.195	11.85					60	.223		12.64		-0.32	+1.06
46	.207		11.81		+0.04		5856	913.506			10.54		+0.66
47	.212			11.28		+0.53	57	.510		11.20			
62	309.280		11.82			+0.57	58	.515	11.00			-0.20	
63	.285			11.25			6000	992.331	11.13				
64	.297	11.94			+0.12		01	.343		11.16		-0.03	
84	311.288		11.60				03	.369	11.23				+0.02
85	.291			11.17		+0.43	04	.375		11.21			+0.70
86	.296	12.27			+0.67		05	.380			10.51		
4800	315.298		12.00				06	.394	11.10				
01	.302	11.99			-0.01		07	.399		11.17		-0.07	
5273	579.465	11.45			+0.13		08	.404			10.64		+0.53
74	.472		11.32			+0.21	09	.410	11.26				
75	.478			11.11			10	.417		11.28		-0.02	+0.63
5351	585.359	12.23					11	.427			10.65		
52	.367		12.38		-0.15		12	.437	11.09				-0.15
53	.374			11.38		+1.00	13	.442		11.24			
75	591.514	11.75					15	.458	10.88				
76	.521		11.80		-0.05		16	.463		11.12		-0.24	
5390	606.344	11.32				-0.23	17	.469			10.58		+0.54
91	.352		11.55				18	.474	11.00				
92	.358			10.74		+0.81	19	.480		11.12		-0.12	
5406	610.396			11.15			20	.484			10.57		+0.55
07	.401		11.93			+0.78	21	.496	10.88				
08	.404	11.77			-0.16		22	.504		11.00		-0.12	
18	.469			11.13			23	.507			10.47		+0.53
19	.474		12.00			+0.87	24	993.315	10.78				
20	.478	11.87			-0.13		25	.322		10.40		+0.38	
36	611.328			10.97			26	.326			9.90		+0.50
37	.334	11.74					27	.333	10.63				
38	.341		11.82		-0.08	+0.85	28	.339		10.52		+0.11	
48	.399			10.95			29	.344			9.97		+0.55
49	.403	11.56				+0.86	30	.378	10.63				
50	.410		11.81		-0.25		31	.385		10.58		+0.05	
57	612.524	11.47					32	.389			9.99		+0.59
58	.531		11.60		-0.13		34	.401		10.58			
60	.538			10.83		+0.77	36	.417	10.62				
64	613.368		11.36				37	.422		10.64		-0.02	

Продолжение

№№	JD	U	B	V	U-B	B-V	№№	JD	U	B	V	U-B	B-V
6038	2437 993.427			10.14		+ 0.50	6118	2437 998.378			11.26		+ 0.80
39	.431	10.62					20	999.281	11.79				
40	.436		10.71		- 0.09		21	.290		11.56		+ 0.23	
41	.441			10.17		+ 0.54	22	.301			10.84		+ 0.72
42	.448	10.66					23	.311	11.59				
43	.454		10.70		- 0.04		24	.322		11.55		+ 0.04	
44	.458			10.19		+ 0.51	25	.326			10.92		+ 0.63
45	.482	10.79					26	.331	11.54				
46	.496		10.88		- 0.09		27	.338		11.51		+ 0.03	
49	.514		10.60				28	.342			10.88		+ 0.63
51	.543	10.85					29	.360	11.54				
52	.549		10.79			+ 0.06	30	.369		11.45		+ 0.09	
54	994.396	10.80					31	.372			10.92		+ 0.53
55	.409		10.72			+ 0.08	34	2438 025.330			11.71		
56	.413						35	.335			11.05		+ 0.66
57	.420	10.67					36	.341	11.53				
58	.431		10.77			- 0.10	37	.348			10.86		+ 0.85
60	995.315	11.10					38	.354		11.71		- 0.18	
61	.323		11.10			0.00	40	.381			11.65		+ 0.77
63	.334	10.99				- 0.07	41	.386			10.88		+ 0.77
64	.342		11.06			- 0.07	42	.401	11.55				
67	.365	10.97				- 0.22	43	.407		11.69		- 0.14	
68	.376		11.19			- 0.22	44	.412			10.96		+ 0.73
70	.401	11.06				- 0.06	46	.455	11.63				
71	.409		11.12			- 0.06	47	.461		11.78		- 0.15	
73	.425	11.10				0.00	48	.465			11.06		+ 0.72
74	.433		11.10			0.00	49	026.190	11.34				
76	.451	10.99				- 0.18	50	.197		11.51		- 0.17	
77	.458		11.17			- 0.18	51	.202			11.00		+ 0.51
79	.469	11.19				+ 0.05	52	.209	11.36				
80	.481		11.14			+ 0.05	54	.224		11.70		- 0.34	
82	.507	10.93				- 0.21	55	.229			10.95		+ 0.75
83	.513		11.14			- 0.21	56	.235	11.31				
84	.517			10.41		+ 0.73	57	.242		11.61		- 0.30	
85	.523	10.89				- 0.16	58	.246			10.93		+ 0.68
86	.528		11.05			- 0.16	59	.279	11.41				
88	.542	11.02				- 0.06	60	.285		11.58		- 0.17	
89	.549		11.08			- 0.06	61	.288			10.94		+ 0.64
91	997.371	12.00				+ 0.47	62	.294	11.38				
92	.381		11.53			+ 0.47	63	.301		11.65		- 0.27	
93	.388			10.96		+ 0.57	64	.306			11.07		+ 0.58
94	.394	12.00					65	.312	11.60				
95	.400		11.79			+ 0.21	66	.317		11.48		+ 0.12	
96	.405			11.03		+ 0.76	67	.322			10.95		+ 0.53
97	.417	11.97				+ 0.25	68	.343	11.40				
98	.424		11.72			+ 0.25	69	.350		11.57		- 0.17	
6100	.438	12.03					70	.355			10.92		+ 0.65
01	.445		11.87			+ 0.16	71	.389	11.49				
02	.450			11.06		+ 0.81	72	.395			11.43		+ 0.06
07	998.281	12.08				0.00	73	.400			10.88		+ 0.55
08	.290		12.08			0.00	74	.427	11.51				
09	.312			11.16		+ 0.92	75	.433		11.59		- 0.08	
10	.319	12.12				+ 0.14	76	.449	11.42				
11	.325		11.98			+ 0.14	77	.456		11.48		- 0.05	
12	.329			11.21		+ 0.77	78	.464			10.87		+ 0.61
13	.342	12.06				+ 0.04	79	.469	11.45				
14	.356		12.02			+ 0.04	80	.474		11.57		- 0.12	
15	.360			11.27		+ 0.75	81	.478			10.87		+ 0.70
16	.366	12.08					83	027.212	11.40				
17	.372		12.06			+ 0.02							

Продолжение

№№	JD	U	B	V	U-B	B-V	№№	JD	U	B	V	U-B	B-V
6184	2438 027.219			11.69		- 0.29	6205	2438 027.420			11.32		- 0.10
85	.226					+ 0.44	06	.424			10.87		+ 0.45
86	.232	11.31					07	.438	11.27				
87	.239		11.62			- 0.31	08	.445		11.39		- 0.12	
88	.250			11.15		+ 0.47	09	.456			10.94		+ 0.45
89	.264	11.28					10	059.273	12.24				
91	.274			11.07			11	.281			12.40		- 0.16
92	.312	11.19					12	.285			11.54		+ 0.86
93	.320		11.46			- 0.27	13	.292	12.27				
94	.325			11.02		+ 0.44	14	.298			12.54		- 0.27
95	.331	11.36					15	.304			11.44		+ 1.10
96	.338		11.43			- 0.07	22	060.314	12.47				
97	.341			10.92		+ 0.51	23	.320			12.65		- 0.18
98	.357	11.34					24	.324			11.54		+ 1.11
99	.363		11.59			- 0.25	67	102.244	10.35				
6200	.368			11.05		+ 0.54	68	.250			10.61		- 0.26
03	.386			10.95			69	.258			10.13		+ 0.48
04	.414	11.22											

Таблица 3

Дата	U	B	V	U-B	B-V
25-26-XI 1960	11.34	11.43	10.86	- 0.09	+ 0.57
9-XII "	11.69	11.60	10.86	+ 0.09	+ 0.74
10-XII "	12.32	12.00	11.20	+ 0.32	+ 0.80
19-XII "	11.88	11.71	11.17	+ 0.17	+ 0.54
23-24-XII "	12.40	12.17	11.31	+ 0.23	+ 0.86
24-25-XII "	12.83	12.36	11.79	+ 0.47	+ 0.57
5-I 1961	11.85	11.81	11.28	+ 0.04	+ 0.53
9-10-I "	11.94	11.82	11.25	+ 0.12	+ 0.57
11-12-I "	12.27	11.60	11.17	+ 0.67	+ 0.43
15-I "	11.99	12.00		- 0.01	
6-X "	11.45	11.32	11.11	+ 0.13	+ 0.21
12-13-X "	12.23	12.38	11.38	- 0.15	+ 1.00
18-19-X "	11.75	11.80		- 0.05	
2-3-XI "	11.32	11.55	10.74	- 0.23	+ 0.81
6-7-XI "	11.82	11.97	11.14	- 0.15	+ 0.83
7-8-XI "	11.65	11.82	10.96	- 0.17	+ 0.86
8-9-XI "	11.47	11.60	10.83	- 0.13	+ 0.71
9-10-XI "	11.04	11.36	10.73	- 0.32	+ 0.63
28-XI "	11.23	11.57	10.70	- 0.34	+ 0.87
5-6-XII "	10.89	11.07	10.30	- 0.18	+ 0.77
6-7-XII "	10.94	11.15	10.41	- 0.21	+ 0.74
2-I 1962	12.32	12.64	11.58	- 0.32	+ 1.06
5-6-IX "	11.00	11.20	10.54	- 0.20	+ 0.66
23-24-XI "	11.07	11.16	10.57	- 0.09	+ 0.59
24-25-XI "	10.70	10.64	10.06	+ 0.06	+ 0.58
25-26-XI "	10.74	10.75		- 0.01	
26-27-XI "	11.02	11.14	10.41	- 0.12	+ 0.73
28-29-XI "	12.00	11.73	11.02	+ 0.27	+ 0.71
29-30-XI "	12.09	12.04	11.23	+ 0.05	+ 0.81
30-1-XII "	11.62	11.32	10.89	+ 0.10	+ 0.63
26-27-XII "	11.57	11.71	10.96	- 0.14	+ 0.75
27-28-XII "	11.42	11.56	10.94	- 0.14	+ 0.62
28-29-XII "	11.30	11.49	11.02	- 0.20	+ 0.48
29-30-I 1963	12.26	12.47	11.49	- 0.21	+ 0.98
30-31-I "	12.47	12.65	11.54	- 0.18	+ 1.11
13-III "	10.35	10.61	10.13	- 0.26	+ 0.48

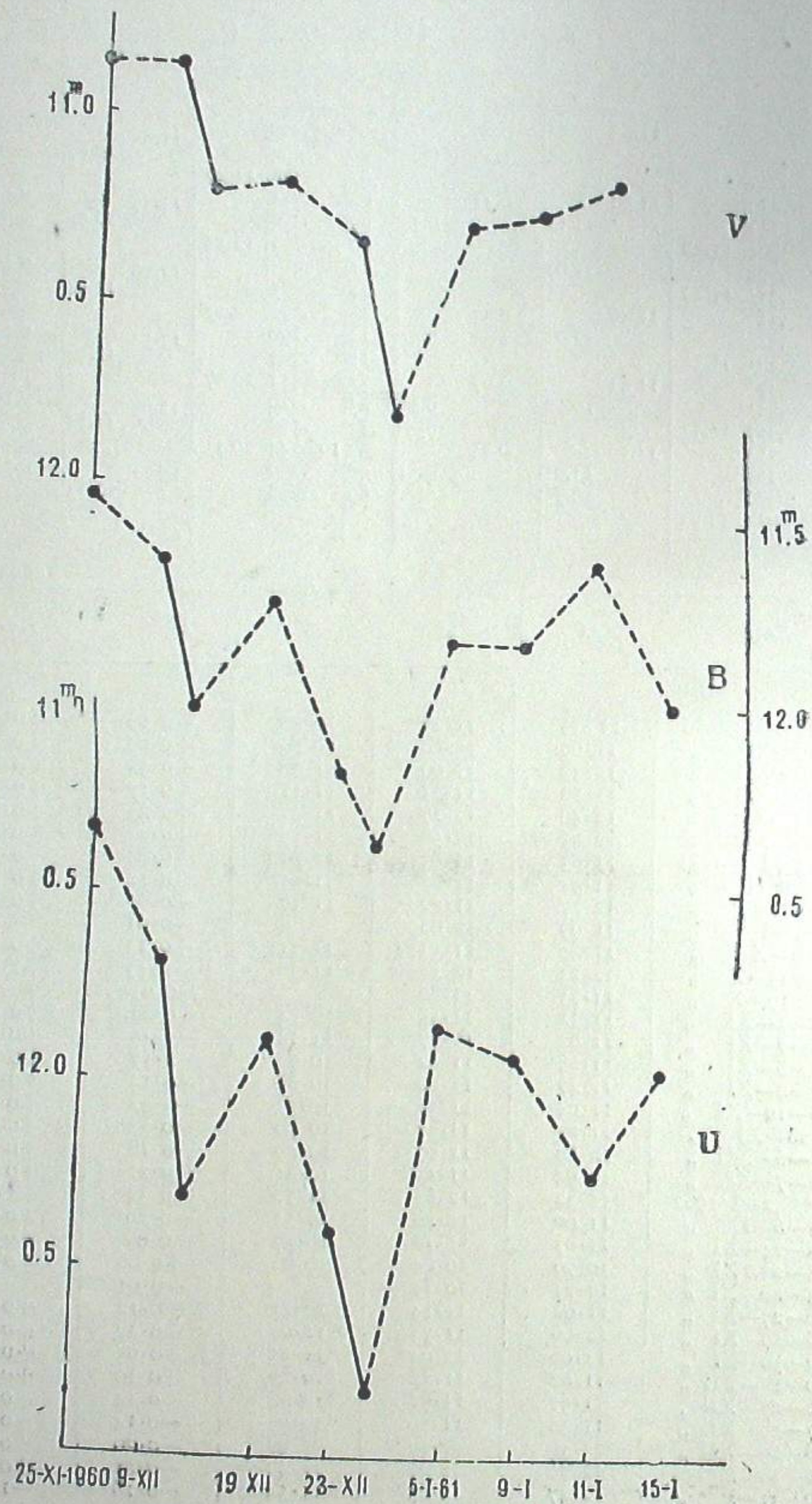


Рис. 2

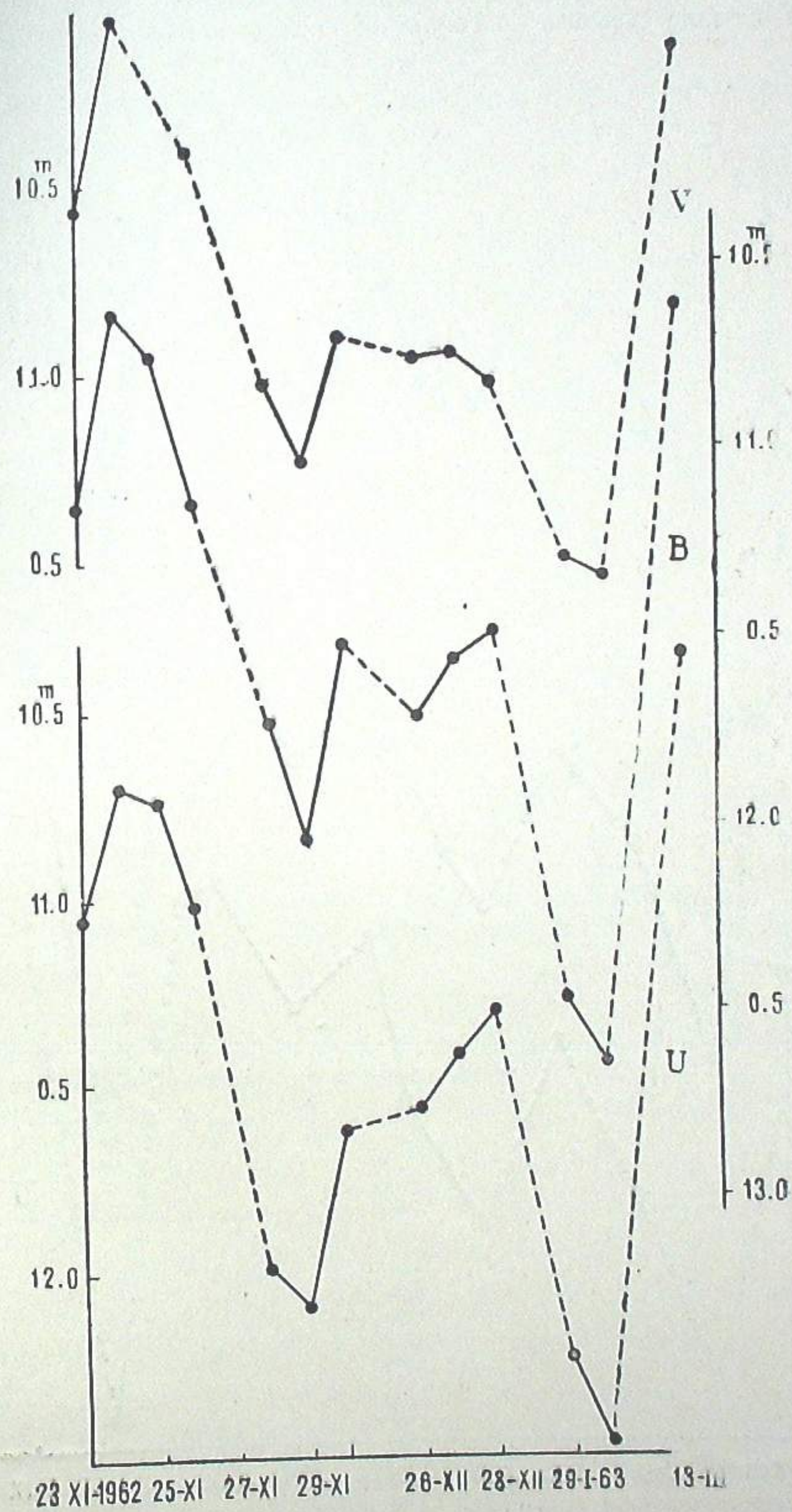


Рис. 3

На рис. 2, 3, 4 приводятся кривые изменения блеска *RW* Возничего, наблюдаемого в трех цветах в 1960—1963 гг. По оси ординат отложены средние суточные значения звездных величин.

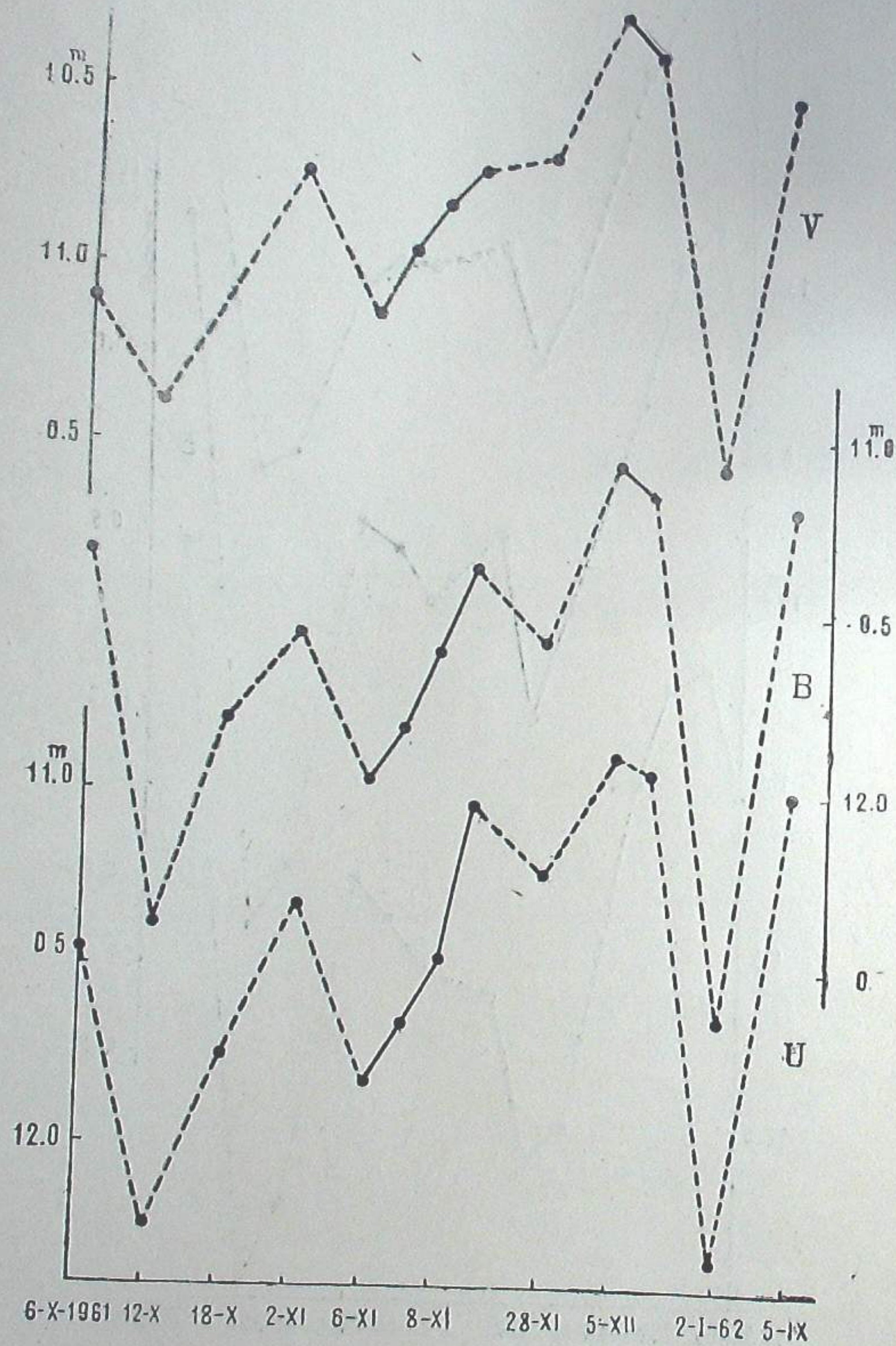


Рис. 4

Рассмотрение кривых показывает, что за время наших наблюдений в 1960—1963 гг. амплитуда изменения блеска *RW* была в *U*, *B*, *V* соответственно — 2^m48 ; 2^m04 ; 1^m73 .

Показатели цвета менялись в пределах: *U-B* от -0^m34 до $+0^m67$; *B-V* от $+0^m21$ до $+1^m11$ рис. (5, 6, 7).

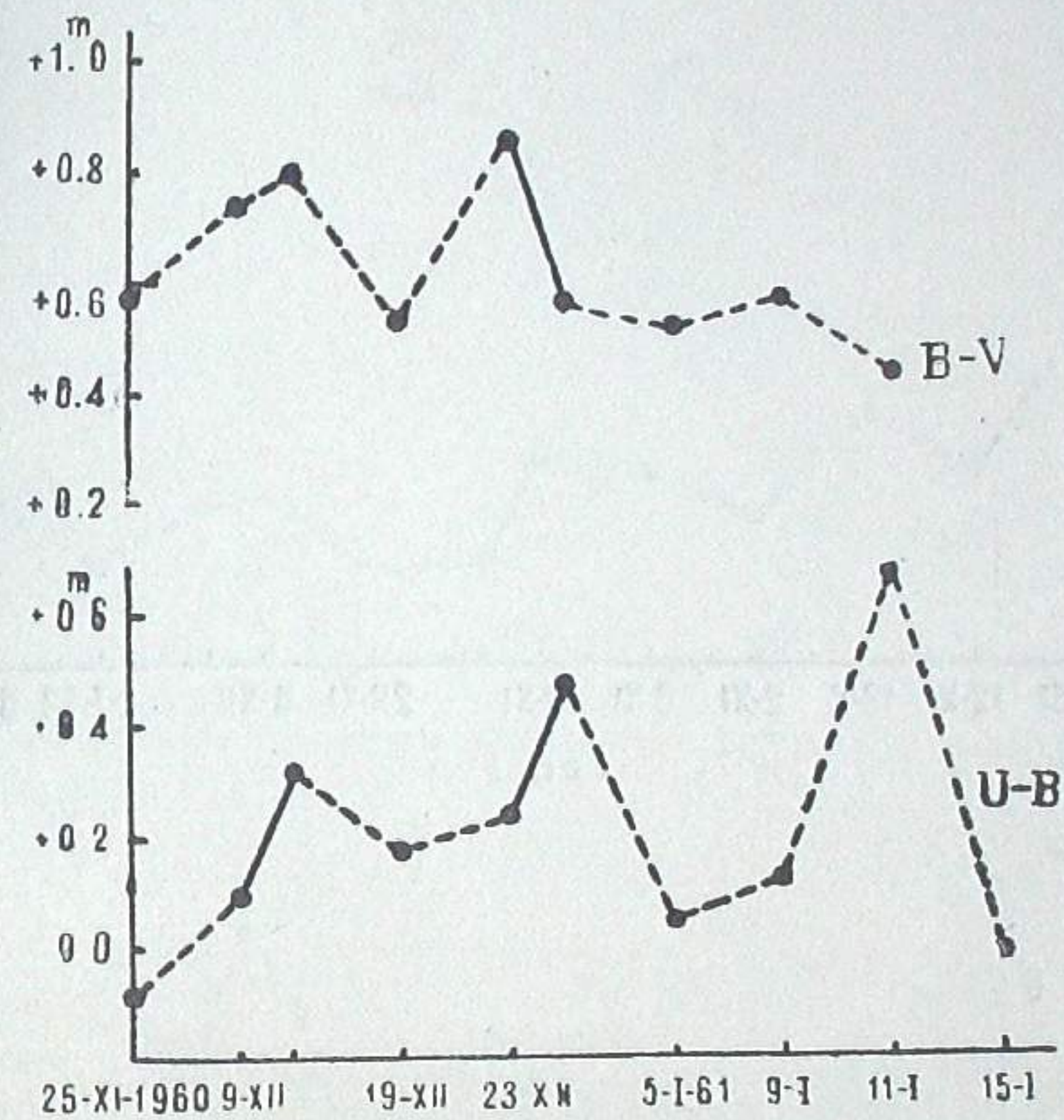


Рис. 5

Как видим, отмечаются особо заметные изменения амплитуды блеска в некоторые небольшие интервалы времени (таблица 4).

Таблица 4

Дата	ΔU	ΔB	ΔV
	m	m	m
9—10·XII·1960	-0.63	-0.40	-0.34
6—9·XI·1961	+0.78	+0.61	+0.41
23—24·XI·1962	+0.37	+0.52	+0.51
29—30·XI	+0.47	+0.52	+0.34
26—28·XII	+0.27	+0.22	-0.06

Как видно из таблицы, при вспышке изменение амплитуды наибольшей величины достигает в ультрафиолетовой части спектра, а в желтой оно наименьшее. Однако, в ночь с 23-го на 24 ноября наблюдался случай, когда амплитуда в желтых и синих лучах была больше, чем в ультрафиолете.

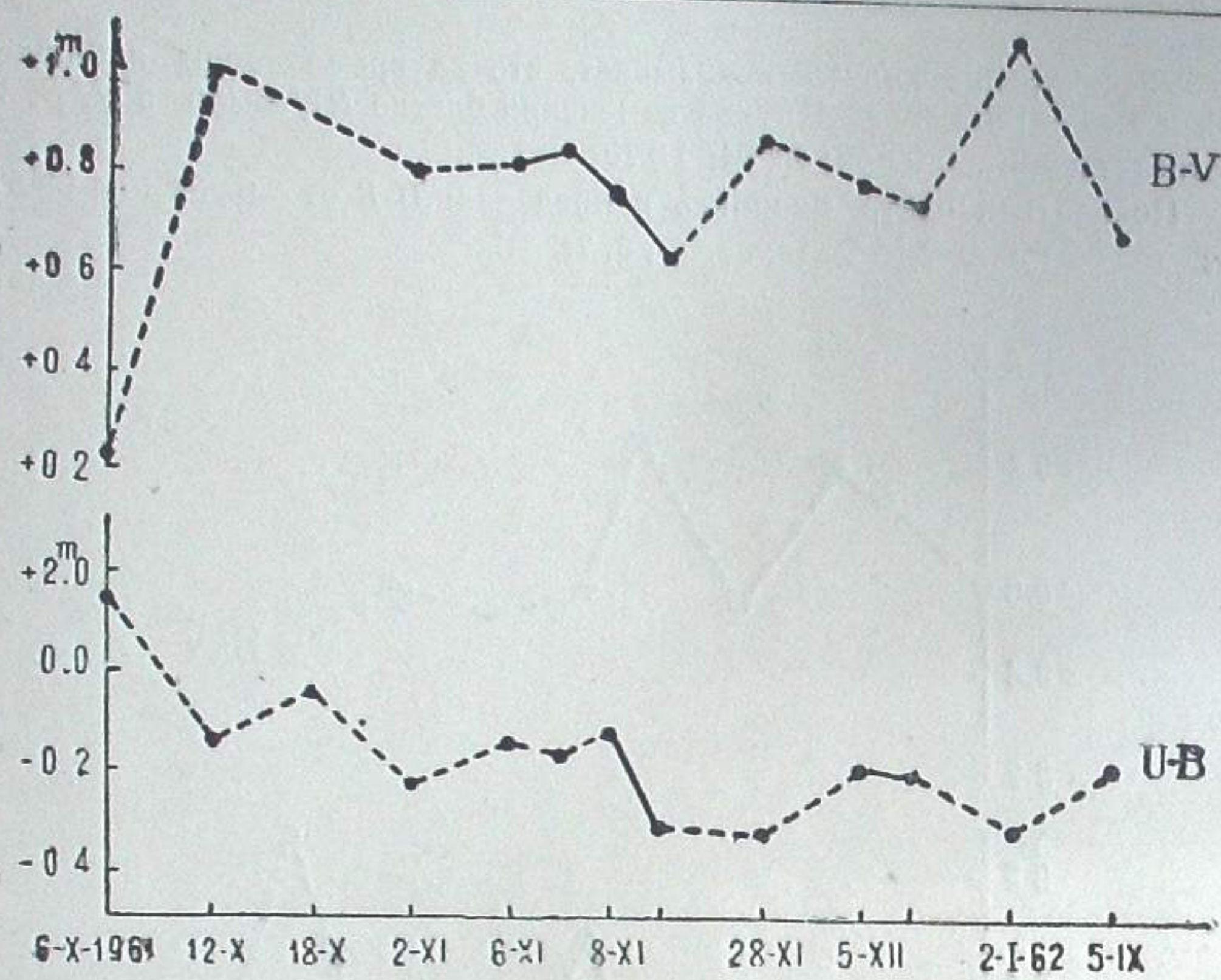


Рис. 6

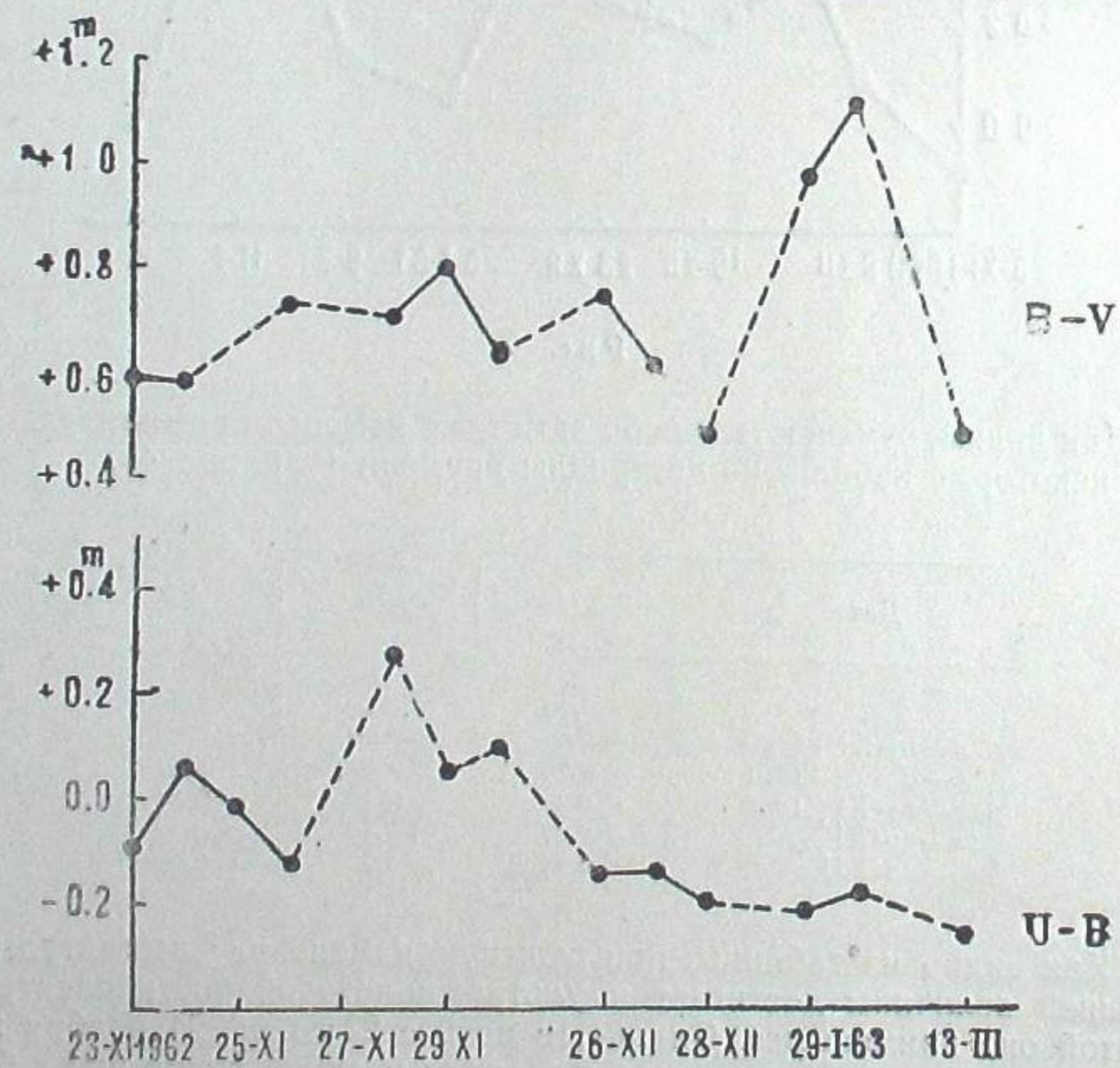


Рис. 7

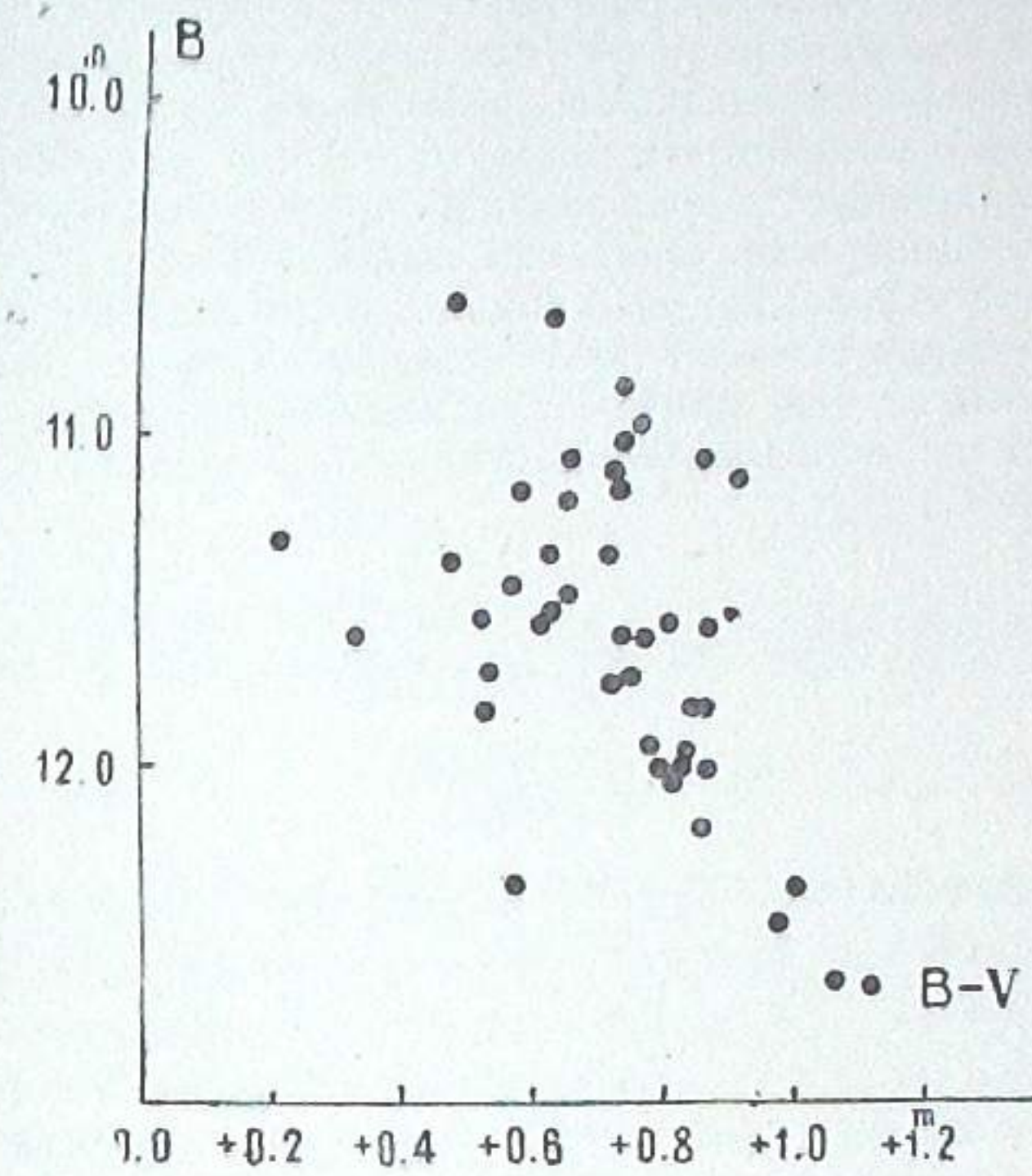


Рис. 8.

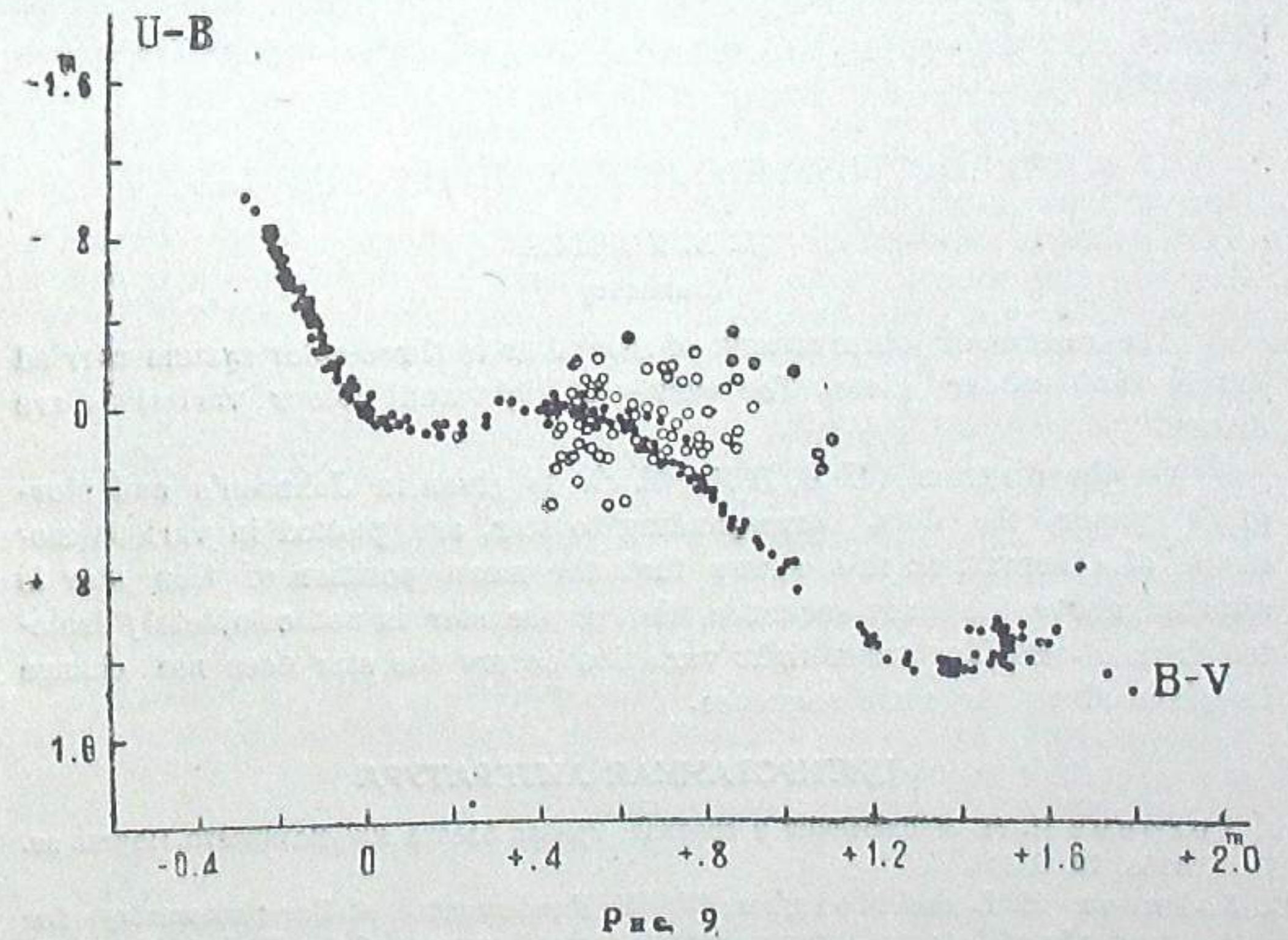


Рис. 9

Наши результаты (рис. 8) подтверждают существование корреляции между B и $B-V$, указанной еще раньше П. Н. Холоповым [1], считающим ее результатом влияния второго компонента RW Возничего

($dMOe$; 12.5 фотогр. зв. вел.). Очевидно, этот фактор является главным, но вместе с ним корреляцию обуславливает также и изменение блеска.

Особый интерес представляет выяснение места исследуемой звезды на диаграмме зависимости между $U-B$ и $B-V$, построенной Джонсоном и Морганом для звезд главной последовательности [2].

Нанеся на диаграмму значения, относящиеся ко всем наблюдениям RW Возничего (рис. 9), мы убедились что средние положения звезды несколько выше главной последовательности, не будучи, однако, изолированными от нее, причем при изменении блеска звезда перемещается не вдоль последовательности, а параллельно общему направлению T —полосы [3].

Июль, 1963

ვარსკვლავის მუცლის RW -ს სამფეროვანი ფოტომეტრია

ლ. მოსიძე
(რეზიუმე)

მოცემულია 1960—63 წლებში ჩატარებული დაკვირვებების შედეგები ცვლადი ვარსკვლავის მუცლის RW -სათვის სამფეროვან UBV -სისტემაში. აგებულია სიკაშკაშისა და ფერის ცვლილებების მრუდები. ($U-B$, $B-V$) — დიაგრამაზე, რაც მოცემულია ჯონსონისა და მორგანის შრომებში, დასმულია ამ ვარსკვლავის შესახებ წერტილები დაკვირვების სხვადასხვა მომენტებში. ეს გვიჩვენებს, რომ ვარსკვლავის საშუალო მდებარეობა მთავარი მიმდევრობის ზევითაა, თუმცა მთლიანად არაა იზოლირებული მისგან. ამასთანავე სიკაშკაშის ცვლილებისას ვარსკვლავი არ გადაადგილდება მთავარი მიმდევრობის გასწვრივ.

THREE-COLOR PHOTOMETRY OF RW AURIGAE

L. N. MOSIDZE
(Summary)

The results of observations of RW Aur in three-color system carried out in 1960—63 are given. The curves of light and colour variations are drawn.

On the diagram ($U-B$, $B-V$) which is given in Johnson's and Morgan's paper, the dots, corresponding to star, are plotted in various moments of observation: this shows that the mean position of this star is situated above the main sequence, though the star is not completely isolated from it. Besides when light variation occurs the star does not change its place along the main sequence.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Холопов П. Н. Наблюдения и сводная кривая блеска RW Возничего. Перем. зв. 1956, 10, 6, 390.
2. Johnson H. L. and Morgan W. W. Fundamental stellar photometry for standards of spectral type on the revised system of the Yerkes Spectral Atlas. *Aph. J.* 1953, 117, 3, 313.
3. Холопов П. Н. Диаграмма светимость—спектр для T -ассоциаций. *Астрон. Ж.* 1958, 35, 434.

ЭЛЕКТРОКОЛОРИМЕТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ RW ВОЗНИЧЕГО*

Я. И. КУМСИШВИЛИ, Н. А. МАГАЛАШВИЛИ и О. П. АБУЛАДЗЕ

В 1962 году, в периоды кооперированных наблюдений RW Возничего, т. е.—с 22 ноября по 1 декабря и с 21 по 30 декабря мы наблюдали ее при помощи звездного электрофотометра, установленного на 33-см рефлекторе. Наблюдения проводились в двух участках спектра, близких к B , V в системе Джонсона-Моргана (катод фотоумножителя сурьмяно-цезиевый, светофильтры $BG12+GG13$ и $GG11$). Звездами сравнения служили a и d , по П. Н. Холопову [1]. Все наблюдения приведены к звезде сравнения d и редуцированы за дифференциальную экстинкцию со средним значением фактора экстинкции.

Индивидуальные наблюдения приведены в таблице 1, где соответственно даны юлианские моменты наблюдения, разности блеска между переменной и звездой сравнения d в синих и желтых лучах.

Разности блеска, средние за ночь, между звездами сравнения a и d , приведены в таблице 2, где соответственно даны: даты наблюдения, разности звездных величин в синих лучах, количества наблюдений, вошедших в образование средних разностей за ночь, и то же в желтых лучах. Относительно большой разброс разностей между звездами сравнения объясняется, во-первых, посредственной прозрачностью атмосферы в данные ночи и, во-вторых, предельной видимостью звезды.

За период наших наблюдений звезда показала изменение блеска с амплитудой около $1^m.4$ почти одинаковое в желтых и синих лучах, причем такое сильное изменение имело место в первый период наблюдений, а затем и 20 февраля 1963 г. В промежуток времени второго наблюдательного периода (с 21 по 30 декабря), охватываемый нашими наблюдениями, звезда была более спокойной; правда, в этот период мы имели мало наблюдательных ночей—всего 3.

Обращает на себя внимание изменение блеска 24 ноября. В течение приблизительно 4—5 часов он изменился на $0^m.4$. Это хорошо видно на рис. 1, где приводятся кривые изменения блеска для двух ночей: 24 и 26 ноября. Последние были вполне хороши в смысле требований фотоэлектрических наблюдений.

* Исследование выполнено в порядке участия в кампании координированных фотометрических и спектральных наблюдений звезды, организованной Крымской астрофизической обсерваторией АН СССР в зиму 1962—63 года (см. также стр. стр. 3 и 21).

Таблица 1

JD	Δm_c	$\Delta m_{ж}$	JD	Δm_c	$\Delta m_{ж}$
d			d		
2437990-339	-0 ^m .444	-0 ^m .615	995-325	-0 ^m .400	-0 ^m .677
346	490	673	331	444	701
351	515	668	338	370	660
358	584	617	345	410	647
362	677	661	354	423	630
406	460	549	364	367	554
410	476	594	390	392	636
415	408	540	398	403	541
418	390	520	406	355	512
422	483	612	437	314	533
426	468	686	442	295	431
991-428	701	936	449	261	444
434	778	942	456	264	586
438	669	891	463	376	631
443	621	836	476	393	583
992-341	412	598	485	486	673
346	430	608	493	526	704
363	367	568	501	418	617
383	382	548	508	332	642
405	335	560	515	391	657
445	351	556	522	364	670
451	357	545	529	354	655
458	...	632	538	358	670
465	468	681	997-314	+0.098	044
472	519	594	321	177	084
481	476	630	327	246	120
500	495	606	337	114	114
522	433	668	998-333	416	+0.158
993-289	-1.144	-1.290	358	474	236
296	140	230	999-317	023	-0.190
304	088	245	2438025-419	143	083
311	066	212	425	149	120
317	101	282	431	131	142
325	153	345	026-300	072	087
334	131	303	308	175	040
347	170	323	315	071	097
354	200	322	344	073	157
360	140	319	356	173	096
368	193	294	374	093	110
374	170	290	393	076	190
382	101	296	428	065	200
396	055	260	451	107	167
412	-0.942	213	027-309	051	164
417	918	252	343	038	165
423	956	219	354	038	213
428	982	207	361	054	160
435	940	205	423	050	205
442	931	134	428	-0.037	228
451	813	040	435	003	239
457	868	037	441	+0.051	202
464	872	088	081-196	-1.116	-1.318
472	740	102	203	092	242
484	824	096	208	055	223
509	841	025	214	053	236
995-292	340	-0.517	220	061	142
299	370	618	228	950	110
306	413	615	237	952	100
312	393	643	242	986	096
319	421	617	250	-1.057	079

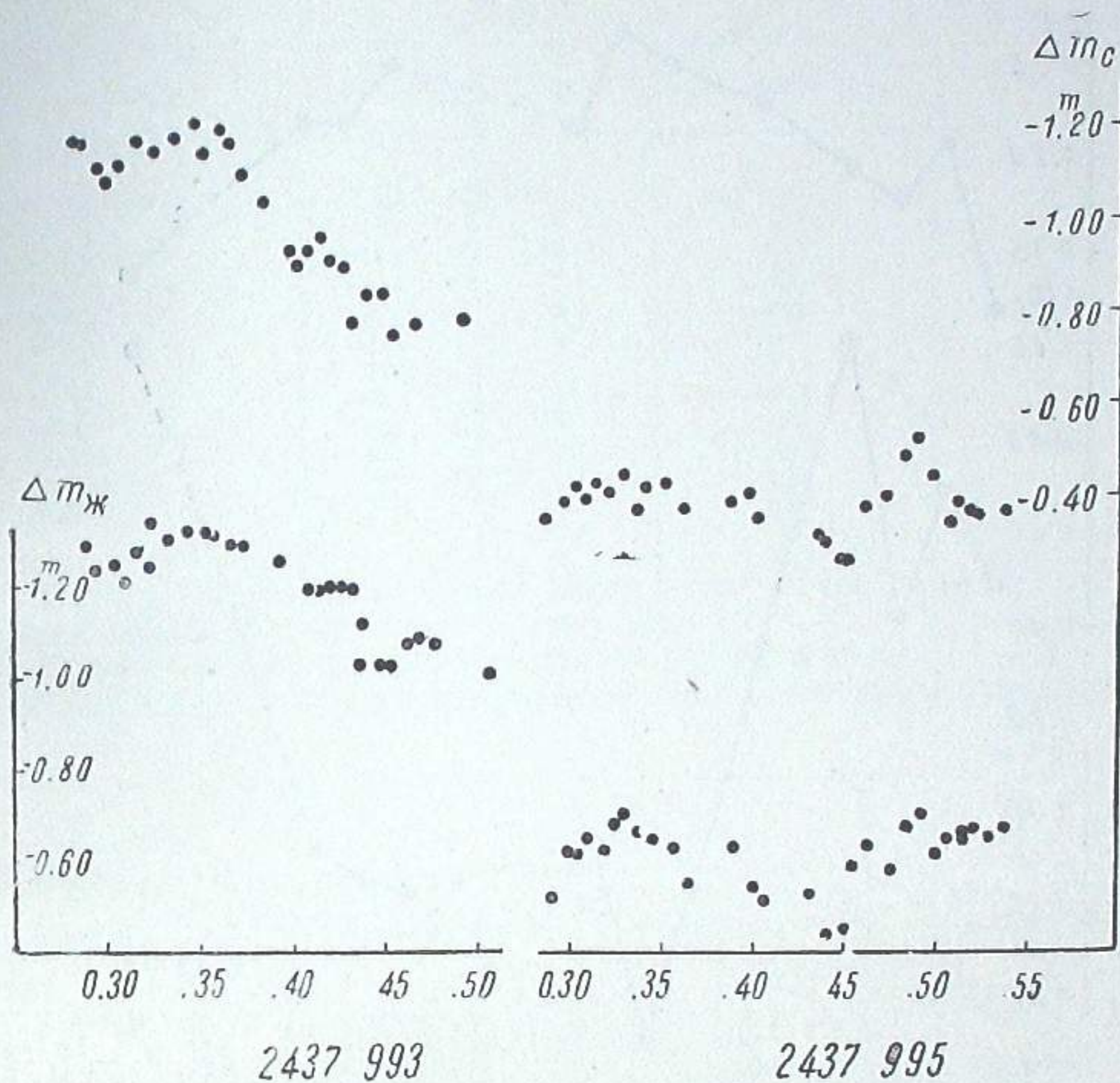


Рис. 1

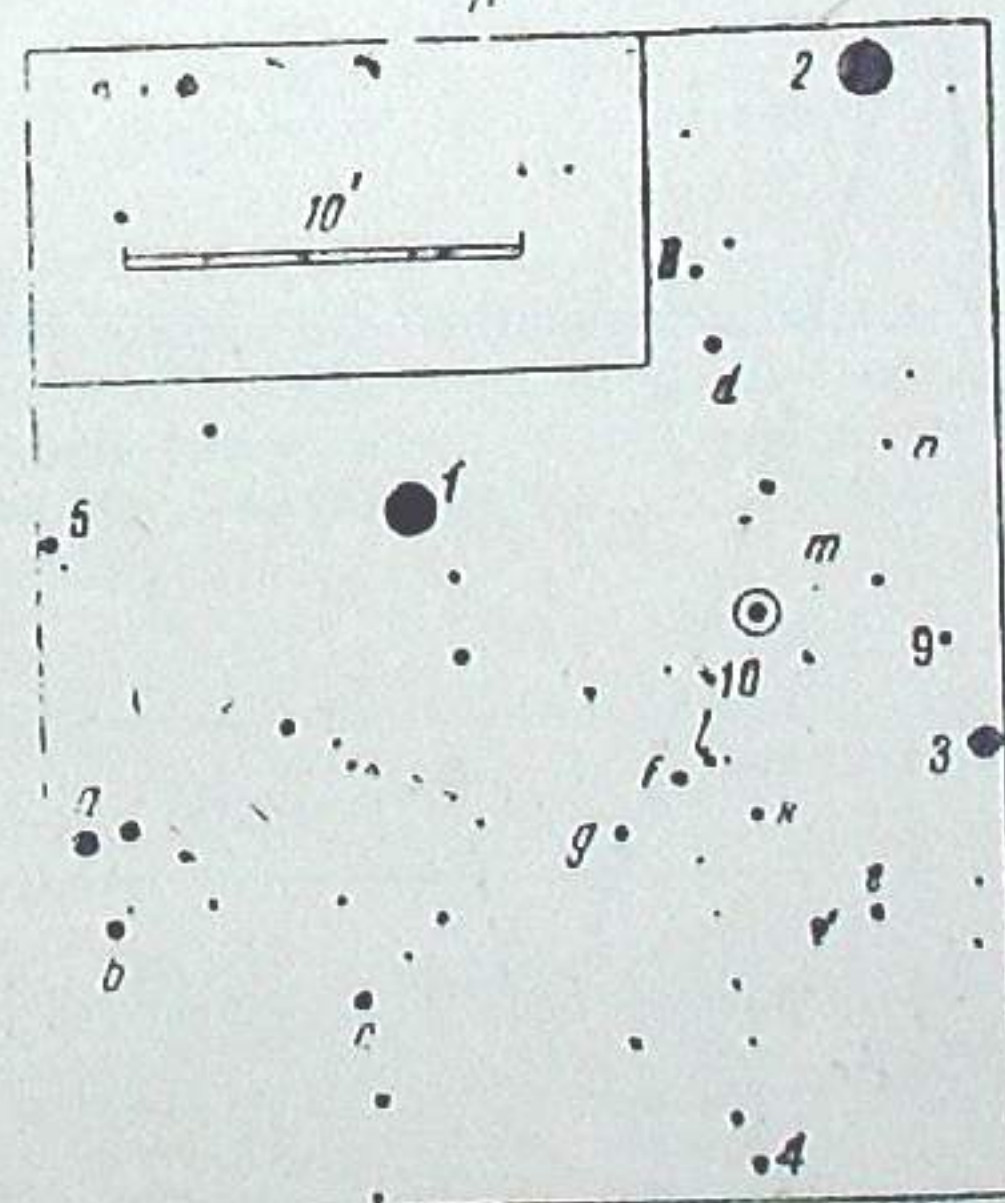


Рис. 2

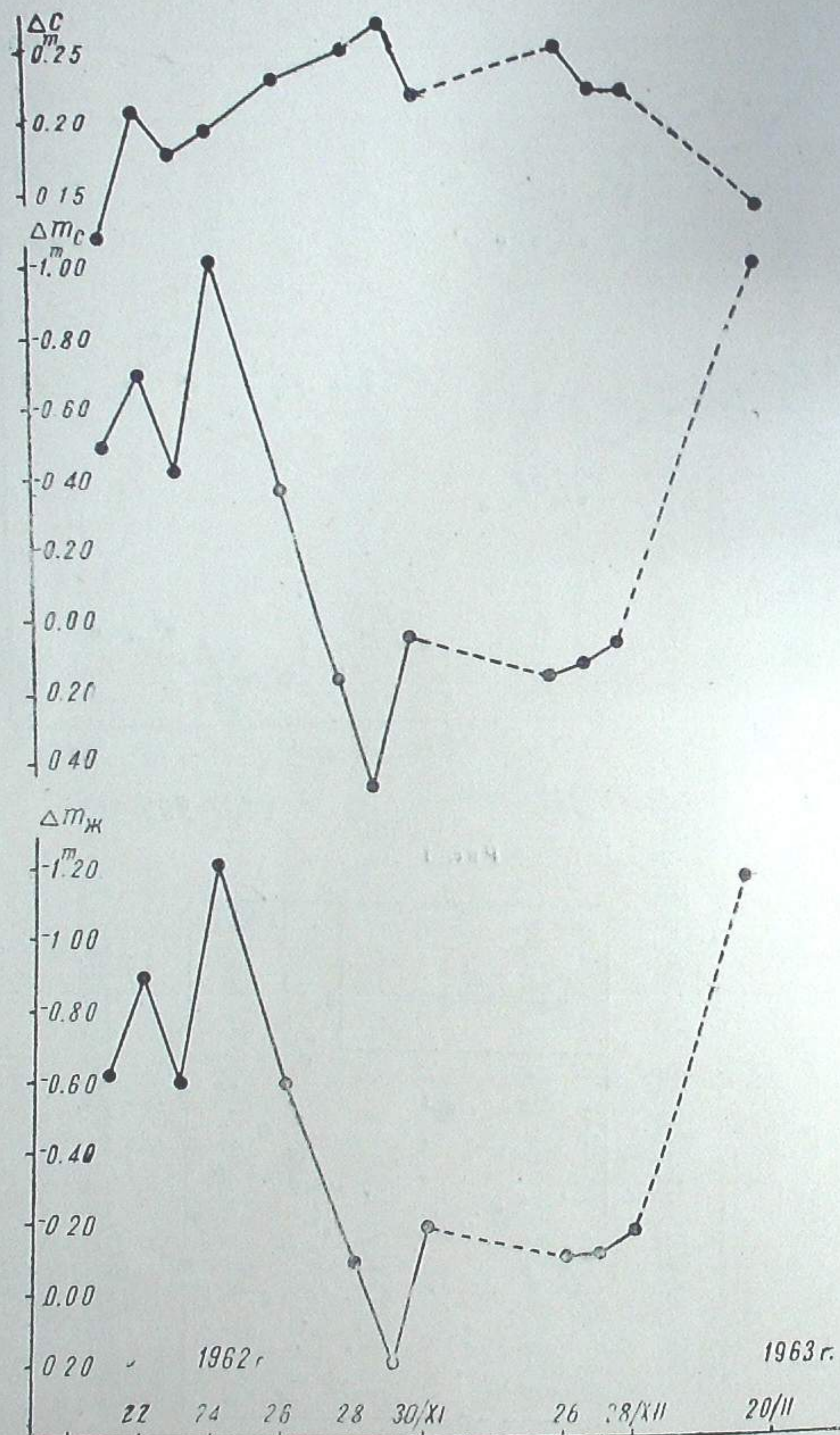


Рис. 3

Таблица 2

Дата	$\overline{\Delta m(ad)_c}$	n	$\overline{\Delta m(ad)_ж}$	n
21.XI.1962	-1^m202	9	-1^m039	9
22.XI.	158	6	121	6
23.XI.	192	10	017	12
24.XI.	148	25	-0.974	25
26.XI.	254	22	-1.001	22
28.XI.	219	6	-0.948	6
29.XI.	322	3	-1.114	4
26.XII	011	2	-0.992	3
27.XII	193	11	968	11
28.XII	238	9	-1.017	9
27.I.1963	161	1	033	1
20.II	185	4	020	4

Наряду с изменением блеска имеет место изменение цвета. В минимуме звезда краснее, чем в максимуме.

Средние за ночь значения разностей блеска и цвета ($B-V$) между переменной и звездой сравнения d даны в таблице 3 и на рис. 3.

Таблица 3

JD	$\overline{\Delta m_c}$	$\overline{\Delta m_{ж}}$	$\overline{\Delta C}$
2437990.0413	-0^m490	-0^m612	$+0^m122$
991.436	692	901	209
992.432	419	600	181
993.399	-1.020	-1.215	195
995.415	-0.380	-0.610	230
997.326	$+0.158$	090	248
998.346	467	$+0.197$	270
999.317	023	-0.196	219
38025.425	141	115	256
026.376	100	127	227
027.375	030	197	227
081.223	-1.029	-1.182	153

Кроме упомянутых звезд сравнения наблюдались также доступные нашему электрофотометру звезды из списка, рекомендуемого координатором настоящих кооперированных наблюдений для приведения наблюдательного материала к одной системе; они представлены в таблице 4.

Таблица 4

Звезда	$\overline{\Delta m_c}$	$\overline{\Delta m_{ж}}$	$\overline{\Delta C}$
1	-3^m010	-2^m732	-0^m278
2	-2.713	-2.454	-0.259
3	-1.678	-1.802	$+0.124$
4	-0.307	-1.412	$+1.105$
a	-1.186	-1.006	-0.180
b	-0.507	-0.709	$+0.202$
c	-0.280	-0.269	-0.011

В таблице 4 соответственно даны обозначения звезд, разности блеска в синих и желтых лучах и цвета по отношению к звезде *d*. Карта звезд сравнения приводится на рисунке 2.

Апрель, 1963.

მეეტლის *RW*-ს ელექტროკოლორიმეტრიული დაკვირვებები

ი. კუმსიშვილი, ნ. მაგალაშვილი და ო. აბულაძე

(რეზიუმე)

კოოპერირებული პროგრამით 1962 წლის 22 ნოემბრიდან 1 დეკემბრამდე და 21 დეკემბრიდან 30 დეკემბრამდე დაეკვირდით მეეტლის *RW*-ს, ელექტროფოტომეტრით სპექტრის ორ უბანში. დაკვირვებული მასალა მოცემულია 1 ცხრილში. ჩვენი დაკვირვებების პერიოდში ვარსკვლავმა უჩვენა სიკაშკაშის ცვალებადობის ამპლიტუდა $1^m.4$; ამასთან, სიკაშკაშის ასეთ მომატებას აღვიკვირებდით 1962 წ. 24 ნოემბერს და 1963 წ. 20 თებერვალს. ყურადღებას იქცევს 24 ნოემბრის დაკვირვება, როცა ვარსკვლავმა 4–5 საათის განმავლობაში შეიცვალა სიკაშკაშე $0^m.4$ -ით.

ELECTROCOLORIMETRY OF *RW* Aur

J. J. KUMSISHVILI N. L. MAGALASHVILI and O. P. ABULADZE

(Summary)

Electrophotometric observations of *RW* Aur in two spectral regions have been carried out according to a cooperative program.

The observed material is given in table I. The star showed the light-variation of an amplitude equal to $1^m.4$. Besides, such increase of brightness took place on November 24, 1962 and on February 20, 1963. The data of November 24 attracts one's attention; then the light-variation reached an amplitude of $0^m.4$ during only 4–5 hours.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Холлопов П. Н. Наблюдения и сводная кривая блеска *RW* Возничего. Перем. зв. 1955, 10, № 6, 390.

ЗАТМЕННО-ПЕРЕМЕННАЯ ЗВЕЗДА V 502 ЗМЕЕНОСЦА

Н. Л. МАГАЛАШВИЛИ и Я. И. КУМСИШВИЛИ

В последнее время все больше внимания уделяется затменным переменным звездам типа *W* Большой Медведицы, что можно объяснить между прочим и тем, что у этих звезд, больше чем в других двойных системах, проявляется нестационарность компонентов.

Одну из таких систем — V 502 Змееносца мы наблюдали в 1961 г. Для фотоэлектрических наблюдений она была рекомендована 42-ой Комиссией МАС на X-ом Съезде МАС в 1958 г.

Затменно переменная V 502 Змееносца фотометрически исследовалась С. В. Некрасовой [1] и Кве [2]; последний на основе фотоэлектрических наблюдений установил, что период меняется значительно и определил его текущее значение. Фотоэлектрически эту звезду исследовал также Хиндерер [3], который, применив модель Роша, определил элементы системы. Спектроскопическое исследование V 502 Змееносца принадлежит Струве и Граттон [4].

Мы приступили к наблюдениям звезды в мае 1961 г. и проводили их до июля на звездном электрофотометре Абастуманской астрофизической обсерватории (сурьяно-цезиевый фотоумножитель, желтый и синий фильтры; эффективные длины волн около $527\text{ м}\mu$ и $381\text{ м}\mu$). Звездами сравнения служили звезды: $BD+0^{\circ}3569$, $BD+0^{\circ}3555$. После определения разности блеска звезд сравнения все наблюдения приведены к звезде $BD+0^{\circ}3569$.

При вычислении фаз мы использовали значение периода, данное в первом дополнении к ОКПЗ (1958). Когда фазы мы вычислили от начальной эпохи, взятой из того же каталога, более глубокий минимум оказался при фазе $0^{\circ}.5$. Поэтому для начальной эпохи мы окончательно взяли определенный на основе наших наблюдений момент главного минимума $M_0 = 2437436^{\circ}.462$. Таким образом фазы вычислялись по элементам:

$$\text{Min} = 2437436^{\circ}.462 + 0^{\circ}.453396E.$$

В таблице 1 последовательно приведены юлианские гелиоцентрические моменты наблюдений, фазы и разности блеска между звездой сравнения и переменной с желтым и синим фильтрами.

На основе полученных наблюдений построены средние кривые блеска и цвета.

Таблица 1

JD_{\odot}	φ	$\Delta m_{ж}$	$\Delta m_{с}$	JD_{\odot}	φ	$\Delta m_{ж}$	$\Delta m_{с}$
δ	ρ	m	m	δ	ρ	m	m
2437432.326	0.889	0.374	-0.174	2437440.425	0.750	0.136	-0.504
335	909	427	162	431	765	160	526
433.351	149	216	350	436	776	186	477
360	169	194	410	442	789	178	448
375	202	163	516	449	809	222	460
384	222	138	500	454	816	204	476
399	255	154	542	461	833	256	417
413	286	150	494	458.311	201	147	532
421	304	150	476	317	214	144	518
430	324	232	455	324	229	140	492
438	341	254	394	332	247	139	502
446	359	256	320	340	265	132	492
455	379	324	252	346	278	186	480
462	394	342	228	352	291	144	506
469	410	405	168	358	304	171	488
434.340	331	250	431	365	320	217	480
350	353	264	397	373	337	221	415
358	370	347	298	381	355	288	372
436.320	698	152	456	388	370	318	292
328	715	178	437	394	384	352	159
336	733	160	439	401	399	431	214
343	744	171	442	409.308	400	424	148
349	762	186	461	319	424	479	058
356	777	186	455	324	435	536	055
371	810	218	393	331	450	578	+0.077
379	828	192	374	338	466	631	070
390	852	268	364	344	479	592	015
396	865	296	260	359	490	598	-0.074
410	896	366	154	365	525	558	070
417	912	460	105	372	541	480	106
425	929	510	026	378	554	441	171
435	951	623	+0.015	383	565	404	238
444	971	706	288	390	580	406	258
451	987	764	248	396	594	314	340
457	000	757	328	404	611	268	408
437.318	899	420	-0.150	412	629	302	491
324	912	471	130	418	642	235	438
331	928	547	036	424	655	200	491
336	939	606	+0.042	431	669	190	494
342	952	691	074	436	682	235	452
348	993	690	114	442	695	190	442
354	006	718	212	489.333	622	280	256
360	020	726	174	349	657	224	380
371	044	700	141	357	675	234	424
378	059	588	060	366	695	222	423
391	088	476	-0.190	495.310	805	242	428
397	101	467	214	318	822	270	314
408	125	422	109	326	840	242	344
418	147	295	370	333	856	313	362
440.396	688	174	486	342	875	320	266
401	699	141	494	351	895	392	206
409	716	146	514	359	913	556	024
414	727	170	494	367	930	558	+0.140
419	708	134	524				

Объединенные в нормальные точки индивидуальные наблюдения представлены в таблице 2, четвертый и пятый столбцы которой содержат разности цвета переменной и звезды сравнения и количество наблюдений, вошедших в образование нормальной точки.

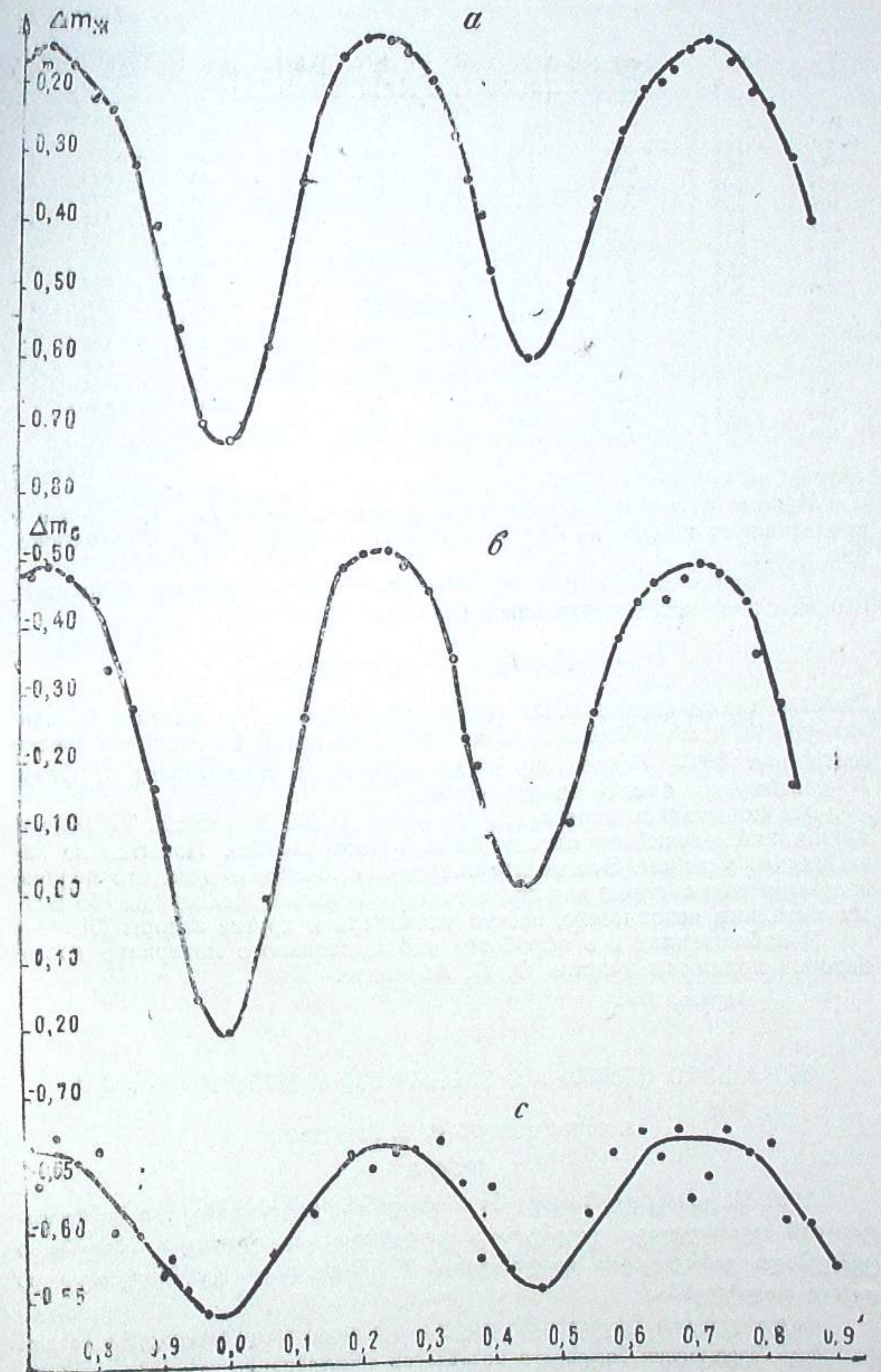


Рис. 1

Таблица 2

φ	Δm _ж	Δm _c	ΔC	n	φ	Δm _ж	Δm _c	ΔC	n
p	m	m	m		p	m	m	m	
0.005	0.723	+0.209	-0.514	4	0.621	0.283	-0.385	-0.669	3
064	588	004	584	3	651	220	436	649	3
130	350	-0.261	611	4	678	208	464	672	4
191	168	486	656	3	696	188	440	617	3
222	141	503	644	3	718	159	476	635	5
256	142	512	654	3	744	148	490	671	3
285	158	493	656	3	774	179	473	653	4
320	207	458	665	6	809	222	439	660	4
356	276	355	631	5	831	240	362	602	4
378	341	236	577	3	867	314	285	599	5
398	399	197	629	3	900	404	168	568	4
423	473	094	567	3	916	508	074	582	5
471	601	022	553	4	933	558	+0.052	599	3
540	493	116	609	3	965	696	156	540	4
580	374	279	653	3					

Кривые изменения блеска и цвета приведены на рис. 1, где *a* и *b* представляют изменение блеска в желтых и синих лучах, а *c*—изменение цвета.

На кривых блеска наблюдается смещение вторичного, минимума относительно последовательных главных:

$$T_2 - T_1 - \frac{P}{2} = -0^d.011.$$

Заметна также неодинаковая высота максимумов. Это явление больше заметно на кривой блеска в синих лучах, по которой разница в блеске составляет 0^m.02. Показатель цвета меняется в зависимости от фазы. В максимумах блеска звезда синее.

Мы попытались определить элементы V 502 Змееносца на основе наших наблюдений по методу Копала-Пиотровского. Попытка не закончилась успехом. Это подтверждает заключение о том, что получение элементов системы для звезд типа W Большой Медведицы обычными методами невозможно, на что указывали и другие авторы [3].

В наблюдениях и в обработке наблюдательного материала кроме авторов принимал участие О. П. Абуладзе.

Апрель, 1962.

ბნელეზღადი ცვალეზღადი ვარსკვლავი გველისმჭერის V 502

ნ. მაგალაშვილი და ი. კუმსიშვილი

(რეზუმე)

1961 წ. გაზაფხულ-ზაფხულში აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის სავარსკვლაგო ელექტროფოტომეტრით ვაწარმოებდით ბნელეზღადი ცვალეზღადი ვარსკვლავის გველისმჭერის V 502-ის დაკვირვებებს ყვითელ და ლურჯ ფილტრებში.

დაკვირვებების შედეგები მოცემულია ცხრილებისა და გრაფიკების სახით.

ჩვენ შევეცადეთ მიღებული სიკაშკაშის მრუდების საფუძველზე, კობალ-პიოტროვსკის მეთოდით, გაგვესაზღვრა ფოტომეტრიული ორბიტის ელემენ-

ტები. ჩვენი ცდა უშედეგოდ დამთავრდა, რაც შეიძლება იმის დადასტურებას წარმოადგენდეს, რომ ჩვეულებრივი მეთოდით დიდი დათვის W-ს ტიპის სისტემების (რომელთა ჯგუფსაც მიეკუთვნება გველისმჭერის V 502) ელემენტების განსაზღვრა შეუძლებელია, რაზედაც ზოგიერთი სხვა ავტორიც მიუთითებდა.

THE ECLIPSING VARIABLE V 502 OPH

N. L. MAGALASHVILI and J. J. KUMSISHVILI

(Summary)

The electrophotometric observations of an eclipsing variable V 502 Oph have been carried out in yellow and blue light in the spring and summer of 1961.

The results of observations are given in the form of tables and diagrams.

We have attempted, on the basis of the light curve having obtained according to Kopal-Piotrovsky method, to determine the elements of photometric orbit. Our attempt gave us no results; this perhaps confirms the fact, that one can't determine the elements of W Ursae Majoris type systems applying general methods. Some other authors also indicate this fact.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Некрасова С. В. Элементы орбиты затменной переменной V502 Oph. Астрон. цирк. 1943, № 21.
2. Kwee K. K. Investigation of variations in the period of sixteen bright short-period eclipsing binary stars. BAN. 1958 14, 485, 131—191.
3. Hinderer F. Lichtelektrische Untersuchungen an W Ursae Majoris—Sternen, J. des Obs. 1960, 43, 11, 161—215.
4. Struve O. and Gratton L. Spectrographic observations of the eclipsing binaries RZ Comae, V 502 Ophiuchi, RV Corvi and BF Virginis. Aph. J. 1948 108, 3, 497—503.

ЗАТМЕННО ПЕРЕМЕННАЯ ЗВЕЗДА КЗП 5708 (S 4605)

М. И. КУМСИАШВИЛИ

Переменность звезды КЗП 5708 в 1949 г. открыл Хоффмейстер [1], причисливший ее к звездам типа W Большой Медведицы.

Блеск КЗП 5708 мною был оценен на 200 фотографических пластинках стеклянной библиотеки Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга (1948—1958).

Использованные при оценках звезды сравнения указаны на прилагаемой карте окрестностей (рис. 1). Фотографические звездные величины звезд сравнения получены привязкой к SA 19 и приведены тут же:

a	12 ^m .69
b	13.76
c	13.85
d	14 ^m .25
e	14.60

Наблюдения переменной даются в таблице 1, содержащей интернациональные фотографические величины.

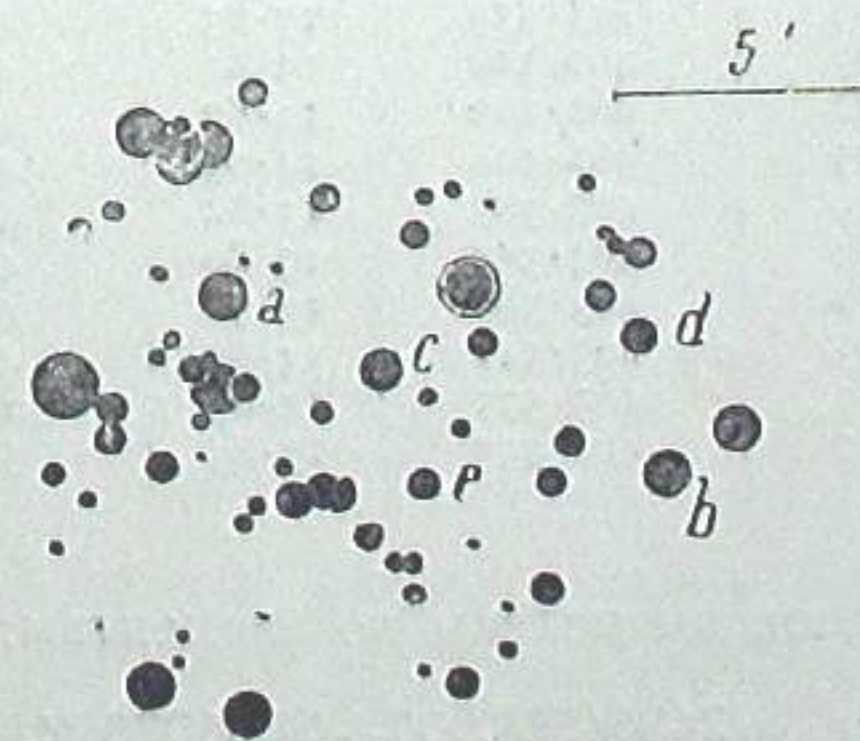


Рис. 1

Таблица 1

JD_{\odot}	Ip_g	JD_{\odot}	Ip_g	JD_{\odot}	Ip_g
δ	m	δ	m	δ	m
2432853.360	13.83	2435347.404	13.82	2436466.378	14.01
33067.390	14.05	347.450	14.01	466.432	13.85
098.501	14.05	363.322	13.98	466.476	13.83
117.418	13.93	365.419	13.98	466.521	13.80
123.527	14.32	366.462	14.05	466.567	13.98
129.519	14.01	367.487	14.09	469.544	13.83
132.431	14.05	394.377	14.01	469.577	13.95
132.462	14.05	395.238	14.12	484.278	13.81
132.487	14.01	401.449	13.83	484.324	13.83
147.367	14.15	402.240	13.98	485.229	13.85
150.421	13.78	433.246	14.05	485.328	13.80
153.450	13.93	447.184	13.83	485.375	13.81
156.470	13.80	773.226	13.95	485.423	13.98
184.422	13.81	36073.356	13.83	485.471	14.01
184.504	13.80	073.409	14.05	485.523	14.09
518.536	13.82	073.454	14.25	487.236	13.83
533.580	13.98	074.427	13.85	487.281	13.98
544.487	13.83	077.435	14.01	487.329	13.80
899.357	13.83	078.399	14.01	487.375	13.83
899.406	13.95	100.327	13.80	487.420	13.83
899.451	14.05	138.261	13.80	487.466	13.85
899.496	14.42	381.446	13.98	487.502	13.98
899.531	14.05	396.490	13.95	488.244	13.83
901.454	14.34	427.517	13.83	488.290	13.80
901.510	14.05	428.522	13.85	488.334	13.98
917.293	14.12	438.418	13.83	488.380	13.83
917.349	14.17	456.451	14.09	488.424	13.98
951.382	13.83	458.281	13.98	488.472	13.83
952.419	13.83	458.327	13.82	488.517	13.95
975.374	14.05	458.373	13.98	489.235	14.01
34034.188	14.42	458.417	14.12	489.306	13.85
239.357	13.81	458.500	14.17	489.359	13.83
240.334	14.01	459.226	13.83	489.409	13.83
266.292	14.05	459.310	13.83	489.462	13.82
267.358	14.25	459.405	14.09	489.513	14.12
281.297	13.81	459.355	13.83	490.233	13.98
329.405	14.25	461.279	13.85	490.279	13.82
330.483	13.82	461.328	13.95	490.324	13.98
333.403	14.12	461.375	14.05	490.369	13.98
334.254	14.05	461.423	14.08	490.414	13.83
335.205	13.81	461.478	14.01	490.459	13.85
354.160	13.98	461.533	13.83	490.510	13.95
390.177	14.09	462.319	13.83	491.249	13.83
623.391	13.82	462.379	13.82	491.296	13.98
679.188	14.05	462.428	14.05	491.345	13.83
683.351	14.15	463.303	13.82	491.393	13.83
684.178	13.83	463.345	13.80	491.440	13.98
35307.438	14.12	463.389	13.98	491.490	14.01
310.404	14.05	463.541	13.85	491.538	13.93
310.428	13.85	463.575	14.05	519.365	13.80
338.367	13.95	466.337	13.85	543.188	13.85

Моменты минимумов вычислены по элементам:

$$\text{Min}_{\odot} = 2436458^{\delta}.500 + 0^{\delta}.66038 E. \quad (1)$$

Отклонение наблюдаемых моментов минимумов от вычисленных по формулам (1) приведены в третьем столбце табл. 2.

Таблица 2

$\text{Min } JD_{\odot}$	E	$O-C_1$	$O-C_2$	$\text{Min } JD_{\odot}$	E	$O-C_1$	$O-C_2$
δ		δ	δ	δ		δ	δ
2433123.527	-5050	-0.05	-0.03	2434683.351	-2688	-0.05	-0.01
147.367	-5014	+0.02	+0.04	35307.438	-1743	-0.02	+0.02
899.496	-3875	-0.03	0.00	367.487	-1652	-0.06	-0.02
901.454	-3872	-0.06	-0.03	395.238	-1610	-0.05	-0.01
917.293	-3848	-0.07	-0.04	36073.454	-583	-0.05	0.00
917.349	-3848	-0.01	+0.02	456.451	-3	-0.07	-0.02
34034.188	-3671	-0.05	-0.02	458.417	0	-0.08	-0.03
267.358	-3318	0.00	+0.03	458.500	0	0.00	+0.05
329.405	-3224	-0.03	0.00	485.523	+41	-0.06	-0.01
333.403	-3218	0.00	+0.04	489.513	+47	-0.03	+0.02
390.177	-3132	-0.01	+0.02				

При помощи этих моментов, по способу наименьших квадратов были получены уточненные элементы:

$$\text{Min}_{\odot} = 2436458^{\delta}.451 + 0^{\delta}.660375 \cdot E \quad (2)$$

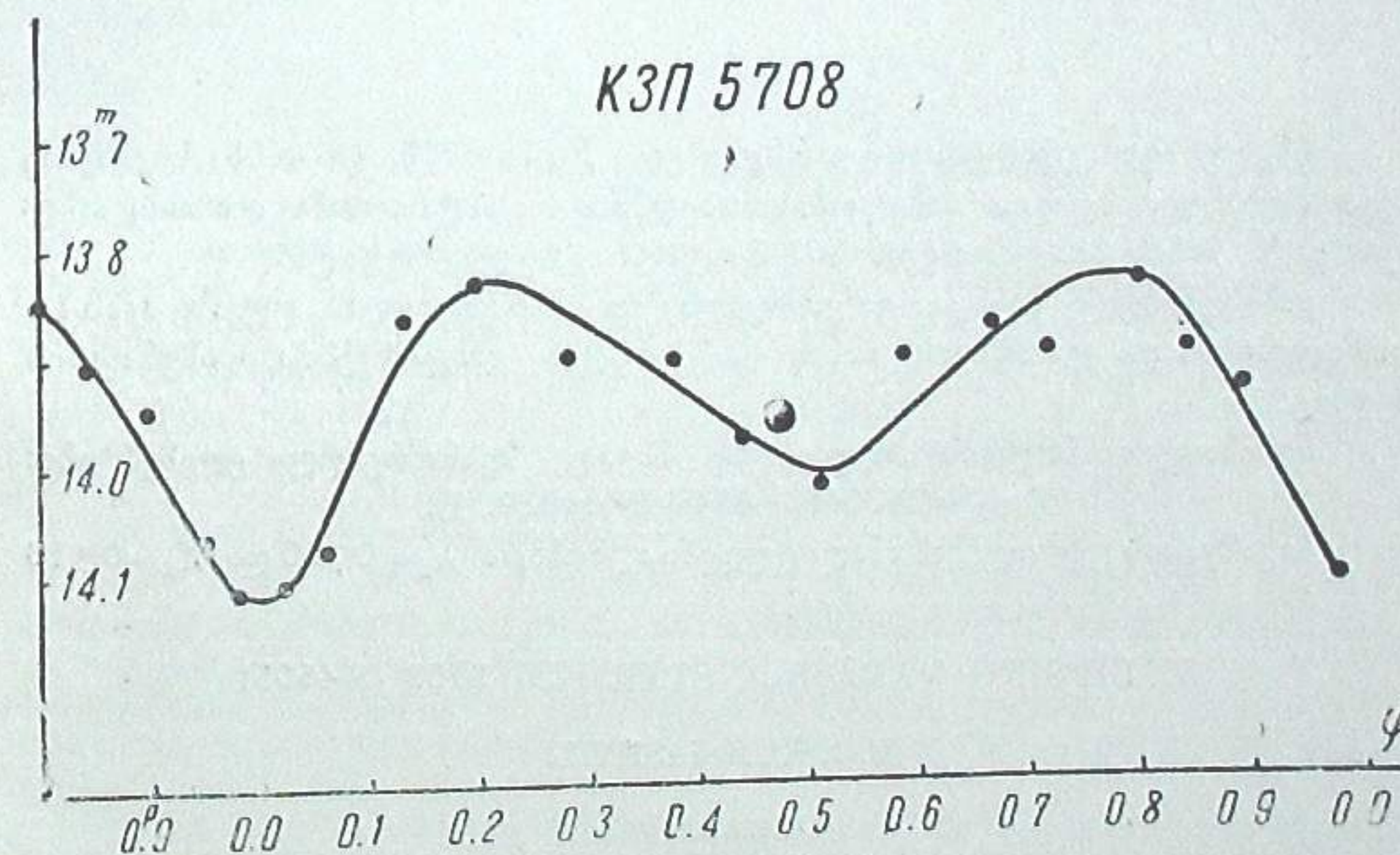


Рис. 2

Отклонение наблюдаемых моментов минимумов от вычисленных по формулам (2) приведены в четвертом столбце табл. 2.

Фазы вычислены по элементам (2).

Средняя кривая изменения блеска, построенная по всем оценкам, основана на данных таблицы 3 и представлена на рис. 2.

Таблица 3

φ	I_{pg}	φ	I_{pg}	φ	I_{pg}
p	m	p	m	p	m
0.023	14.10	0.441	13.97	0.799	13.84
0.062	14.07	0.511	14.02	0.845	13.90
0.133	13.86	0.586	13.90	0.898	13.94
0.196	13.83	0.664	13.88	0.949	14.06
0.298	13.90	0.718	13.90	0.979	14.11
0.377	13.90				

Построенная по нормальным точкам кривая дала:

$$A_1 = 0^m 30 \quad A_2 = 0^m 18$$

В заключение приношу свою благодарность Н. Е. Курочкину за помощь советами.

Январь, 1963.

ბნელეზღადი ცვალეზღადი ვარსკვლავი K3II 5708 (S 4605)

მ. ი. კუმსიასვილი

(რეზიუმე)

ბნელეზღადი ცვალეზღადი ვარსკვლავის K3II 5708 (S 4605) სიკაშკაშე შეფასდა 200 ფოტოგრაფიულ ფირფიტაზე. მინის ბიბლიოთეკის 200 ფოტოგრაფიულ ფირფიტაზე.

გამოყენებული შესადარი ვარსკვლავები მითითებულია რუკაზე (ნახ.1). ცხრილებისა და გრაფიკის სახით მოცემულია დაკვირვების დამუშავების შედეგები.

ნორმალური მრუდის საფუძველზე მივიღე შესწორებული ელემენტები:
 $\text{Min}_\odot = 2436458.464 + 0.66039. E.$

სიკაშკაშის ცვლილების ამპლიტუდები აღმოჩნდა $A_1 = 0^m 30$ და $A_2 = 0^m 18$

ECLIPSING VARIABLE STAR K3II 5708 (S 4605)

M. I. KUMSIASHVILI

(Summary)

The photographic magnitudes of an eclipsing variable star K3II 5708 were estimated on 200 plates of the Sternberg State Astronomical Institute (Moscow).

Corrected elements and the light-variation amplitudes have been obtained:

$$\text{Min}_\odot = 2436458.464 + 0.66039. E; A_1 = 0^m 30, A_2 = 0^m 18$$

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Hoffmeister C. Astr. Abh. Erg. H. AN, 1949, 12, № 1.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕЖЗВЕЗДНОГО ПОГЛОЩЕНИЯ СВЕТА И ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗВЕЗД В ДВУХ УЧАСТКАХ МЛЕЧНОГО ПУТИ В СОЗВЕЗДИЯХ ОРЛА И ЩИТА

С. П. АПРИАМШВИЛИ

В процессе планомерного выполнения работ по известному Комплексному плану изучения Млечного Пути (План П. П. Паренаго) автор настоящей статьи* закончил определение звездных величин, показателей цвета и спектральных классов и основанные на них исследования межзвездного поглощения света звезд и пространственного распределения слабых звезд в двух участках в созвездиях Орла и Щита, с центрами:

$$I. \alpha_{1950} = 19^h 00^m, \delta_{1950} = +3^\circ; l = 4^\circ, b = -2^\circ;$$

$$II. \alpha_{1950} = 18^h 40^m, \delta_{1950} = -4^\circ; l = 356^\circ, b = 0^\circ.$$

Настоящая статья посвящена изложению результатов исследования, наряду с кратким описанием методики. Что же касается каталога звездных величин, показателей цвета и спектральных классов, они будут опубликованы отдельно, вместе с другими материалами, получаемыми в Обсерватории по Плану П. П. Паренаго [1].

Исследуемые нами участки, площадью 4 и 8 кв. градусов, относящиеся соответственно к I и II центрам, лежат в площадке 1 Плана П. П. Паренаго, в области раздвоения Млечного Пути, где расположено одно из самых близких к нам скоплений темных туманностей.

На фото 1, представляющем собой отпечаток с карт Росса, исследованные нами участки обведены четырехугольными контурами. Несмотря на то, что эта интересная по структуре и близкая к Солнцу область служила предметом многих исследований, она все еще требует продолжения и углубления как определенных параметров звезд, расположенных в них, так и исследования распределения звездной и межзвездной материи.

Наблюдательная аппаратура. Фотометрический и спектральный материал получен нами на 70-см менисковом телескопе Д. Д. Максимова.

Поле, покрываемое пластинкой размером 18×18 см в первичном фокусе, в котором получен весь фотометрический и спектральный материал, равно 4°50', в диаметре.

Размеры звездных изображений на фотопластинке, зависящие от зернистости фотоматериала и состояния атмосферы, в применяемом фокусе колеблются в пределах 0.025—0.050 мм. За пятиминутную экспо-

* Основное содержание работы доложено автором на семинаре Рабочей группы по Плану П. П. Паренаго Комиссии звездной астрономии Астрономического совета АН СССР, состоявшемся в декабре 1962 года в Абастумани.

зицию на пластинках Агфа Астро получают прямые изображения звезд примерно до 17 зв. величины.

Масштаб в первичном фокусе выражается 98" на 1 мм.

Для спектральных работ телескоп снабжен 8 и 4-градусными пред-объективными призмами диаметром 72-см каждая, изготовленными из стекол ЛФ7 и К8, соответственно. Линейная дисперсия спектра равна 166 и 666 Å/мм около Нγ для первой и второй призм. Расширение спектров производится автоматически и можно получать спектры шириной: 0.2, 0.3, 0.4, 0.6 и 1.2 мм. Подробное описание телескопа можно найти в [2].

Для определения фотографических величин звезд мы применяли Агфа Астро-несенсибилизированные без светофильтра, а для фотовизуальных—Агфа Астро-панхром в комбинации с желтым стеклянным фильтром ЖС-18. Спектральную светочувствительность фотопластинок мы исследовали на спектросенситометре ИСП-73. Пропускание фильтра ЖС-18 измерено нами на спектрофотометре СФ-1.

Как оказалось, применяемый нами фильтр полностью поглощает коротковолновую часть спектра ($\lambda < 480\text{м}\mu$), пропускание круто растет около 500мμ и максимальное значение наступает при длине волны 560мμ. От 560мμ пропускание почти не меняется до инфракрасного участка.

Средние значения эффективных длин волн по нашим определениям оказались:

$$\lambda_{\text{эфф}}^{\text{фт}} = 4190 \text{ Å}, \quad \lambda_{\text{эфф}}^{\text{фв}} = 5770 \text{ Å}.$$

В результате тщательной обработки как фокальных, так и внефокальных снимков, полученных на 70-см менисковом телескопе, мы нашли, что точность определения зв. величины не меняется при не очень значительных изменениях фокуса. Во всех случаях погрешность одного измерения оставалась меньше $\pm 0^{\text{m}}02$. Поэтому весь фотометрический материал мы накопляли в фокальной плоскости телескопа.

В качестве фотометрических стандартов как фотографических, так и фотовизуальных величин, использовались интернациональные величины звезд Северного Полярного Ряда [3].

Фотографирование полюса на 70-см менисковом телескопе связано с большими трудностями из-за иррегулярности движения полярной оси телескопа. Исследованием установлено [2], что при часовых углах между 19^h и 20^h, фотографирование полюса без гидирования дает удовлетворительные изображения при экспозиции до 30 мин.

Северная полярная область снималась до или вслед за исследуемой площадкой. Фотографирование исследуемой и полярной областей производилось на возможно одинаковых зенитных расстояниях.

Применение коротких экспозиций (от 3 до 5 мин. для фотографических величин и от 6 до 10 мин. для фотовизуальных) давало возможность вести наблюдения почти в идентичных атмосферных условиях для стандартной и исследуемой области.

Исследование ошибки поля. Общее исследование оптических характеристик 70-см менискового телескопа [2] показало, что изображения в различных частях пластинки в основном искажены от астигматизма. Величина астигматизма хорошо характеризуется формулой: $a_{\text{ст}} = 0.03 + 0.036 \omega^2$, где ω — расстояние от центра пластинки до изображения, выраженное в градусах [3]. Исходя из этой формулы, можно считать, что фотометрические изображения звезд должны замет-

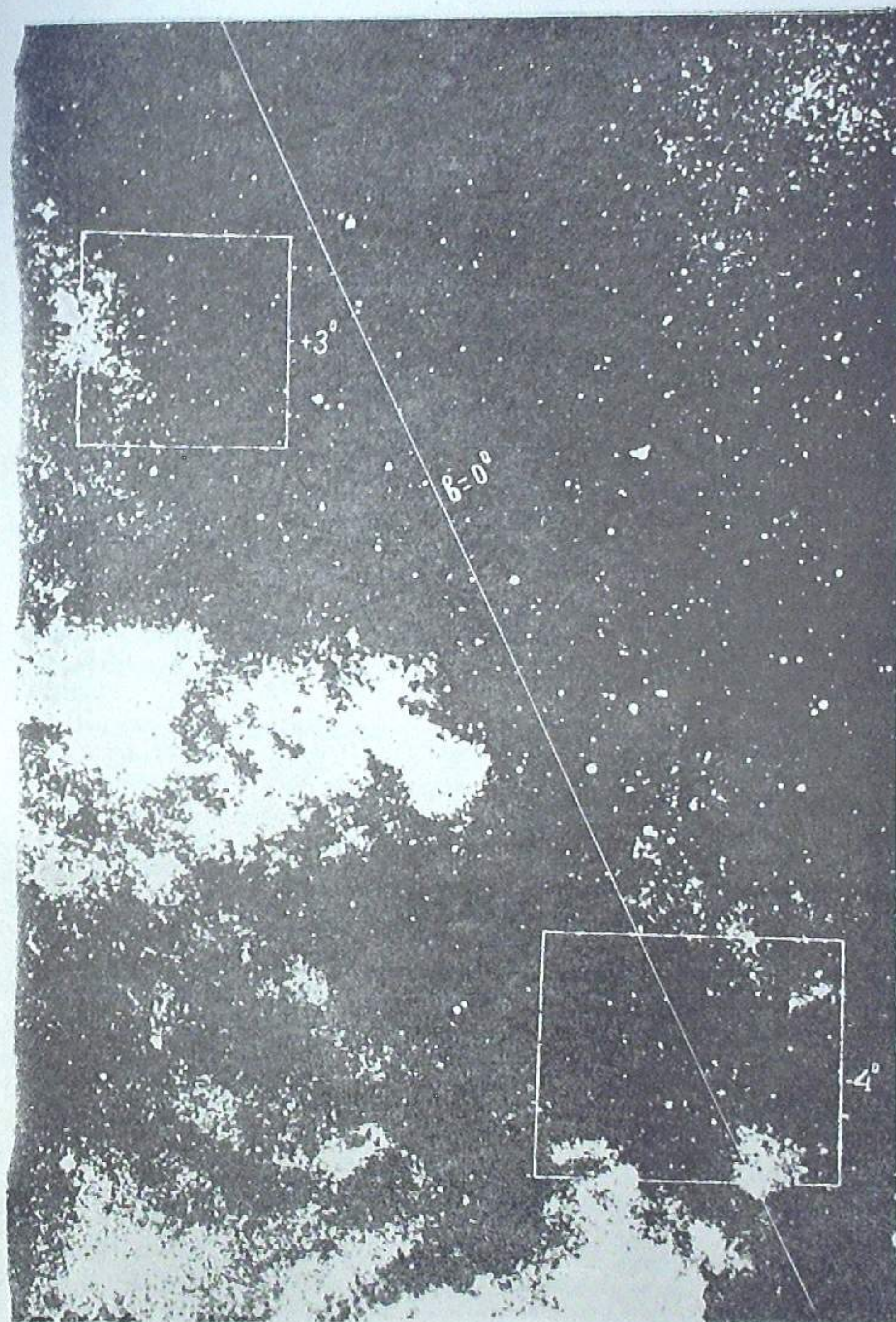


Фото 1

по растягиваться по сравнению с изображениями, находящимися в оптическом центре. Поэтому свет звезды по мере удаления от центра пластинки, при образовании изображения, распределяется на большей площади. Очевидно, меняется плотность изображения, уменьшаясь с удалением от оптического центра пластинки. Изменение формы и плотности изображения может заметно влиять на результаты измерений, что нужно исследовать во всех подробностях.

Для исследования ошибки поля 70-см менискового телескопа как в фотографических, так и фотовизуальных лучах, мы фотографировали звездное поле на одной и той же пластинке несколько раз, каждый раз смещая телескоп по прямому восхождению или по склонению.

С целью устранения предварительной засветки измерялись группы звезд различных яркостей, находящиеся в центре и на краю поля, таким образом, что при перемещении пластинки, центральная группа двигалась к краю, а крайняя к центру.

Таким же путем, но на разных зенитных расстояниях было снято рассеянное скопление Ясли. Продолжительность экспозиции в обоих случаях была такая же, как для исследуемых пластинок.

Исследовались по четыре пластинки для каждого направления. Средняя квадратическая ошибка определения $\epsilon = \pm 2$ отсчета микрофотометра при постоянном фоне $E_{\phi} = 500$.

В результате измерений подобранных групп звезд оказалось, что величина фотометрической ошибки поля, наряду с местом изображения на пластинке, зависит также от величины почернения изображения звезды.

Впрочем, как выяснилось, поправки за ошибку поля в пределах одного градуса ($r=4$ см) от центра пластинки незначительны, а фотометрические измерения велись именно в таких пределах.

Фотометрические измерения негативов. Фотометрическая обработка негативов выполнена на микрофотометре МФ-2. Для быстрого и точного наведения звездных изображений в диафрагме, к столику прибора мы приставили второй микрометрический винт со шкалой, перпендикулярной к первому.

До начала измерений пластинок, мы тщательно проверяли стабильность работы микрофотометра, подбирали диафрагмы, дающие лучший наклон характеристической кривой. Мы определили среднюю ошибку измерений; она всегда получалась меньше 0.02 зв. величины. Измеряя негативы, мы брали не меньше двух отсчетов гальванометра для каждой звезды и фона около данной звезды. Часто измерения велись таким образом, что отклонение гальванометра при измерении фона около звезды поддерживалось постоянным с помощью кругового фотометрического клина прибора.

Разумеется, что при выводе звездных величин учитывались поправки не только за ошибку поля, но и за атмосферное ослабление света, для чего мы пользовались следующими средними значениями коэффициентов прозрачности:

$$P_{(\lambda)_{\Gamma}} = 0.70 \text{ и } P_{(\lambda)_{\Phi}} = 0.85.$$

Как фотографическая, так и фотовизуальная зв. величины каждой звезды определялись не меньше, чем по трем негативам.

Средние квадратические ошибки одного определения (ε) и каталожного значения ($\varepsilon_{\text{ср}}$) вычислялись по формулам:

$$\varepsilon = \pm \sqrt{\frac{\sum \Delta^2}{\sum n - N}}, \quad \varepsilon_{\text{ср}} = \pm \sqrt{\frac{\varepsilon}{\frac{\sum n}{N}}}$$

где Δ — отклонение от средней величины, N — число звезд в данном интервале и $\sum n$ — общее число определений для N звезд.

Средняя квадратическая ошибка нашего каталога $\varepsilon_{\text{ср}} = \pm 0.04$ зв. величины.

Для приведения нашей системы к интернациональной, мы воспользовались фотографическими и фотовизуальными зв. величинами Сирса и Джойнера для Полярной области [4].

Решением 55 условных уравнений по способу наименьших квадратов мы определили значения постоянных коэффициентов в известной формуле приведения:

$$m_2 - m_1 = a + bm_1 + cC.$$

Они оказались равными — для фотографических величин:

$$a = -0.066 \pm 0.007, \quad b = +0.008 \pm 0.001, \quad c = -0.042 \pm 0.001;$$

для фотовизуальных:

$$a = +0.114 \pm 0.010, \quad b = -0.014 \pm 0.001, \quad c = +0.093 \pm 0.001.$$

Значения коэффициентов показывают, что наша система фотографических величин очень близка к интернациональной. Система фотовизуальных величин незначительно отклоняется; в сторону красных звезд отклонение растет.

Определение спектральных классов и абсолютных величин звезд. У нас в обсерватории работы по спектральной классификации осуществляются по широкой программе. Основой для подбора критериев и разработки системы послужила в основном система Моргана, Кинана и Кельмана. Используемые автором критерии определения спектральных классов и абсолютных величин звезд близки к общей Абастуманской системе, описанной в работе [5].

Выбранные мною критерии вполне характеризуют наши, нормально экспонированные спектры, получаемые с 8°-ой предобъективной призмой при 70-см менисковом телескопе. Мы провели двухмерную классификацию по той же, в общем, сложившейся и используемой в обсерватории системе [5].

Для определения спектральных классов звезд, особенно слабых, мы пользовались также спектрами, получаемыми с призмой малой дисперсии, т. е. 4°-ой дающей дисперсию 666 Å/мм около H_γ , хотя классификация этих спектров удается лишь с точностью до 2-х подклассов. Для них, естественно, применялись соответствующим образом измененные критерии. В спектрах В0—В2, из-за того, что с линией H_β сливаются соседние ей линии поглощения, она выглядит интенсивнее других. Но, для подкласса В2 интенсивные линии гелия и ионизованного азота между линиями H_β и H_γ сильно ослабляют непрерывный спектр и этим этот подкласс отличается от В0.

Некоторым образом, критерием может служить также длина спектра, так как в коротковолновом участке непрерывный спектр играет главную роль — чем более ранняя звезда, тем длиннее ее спектр.

Широкие линии поглощения водорода в коротковолновом участке спектра для А0 и прилегающих подклассов как бы укорачивают общую длину спектра и выделяют эти подклассы из других. При оценке подклассов класса А нужно исходить в основном из того, что интенсивность линии H_α растет по сравнению с H_γ , H_β при переходе к поздним подклассам.

Класс F выделяется сравнительно постоянной интенсивностью непрерывного спектра в сторону длинноволновой части, начиная от H_α .

Более поздние классы характеризуются провалом в непрерывном спектре между H_γ и H_α , вызванным интенсивными линиями и полосами поглощения.

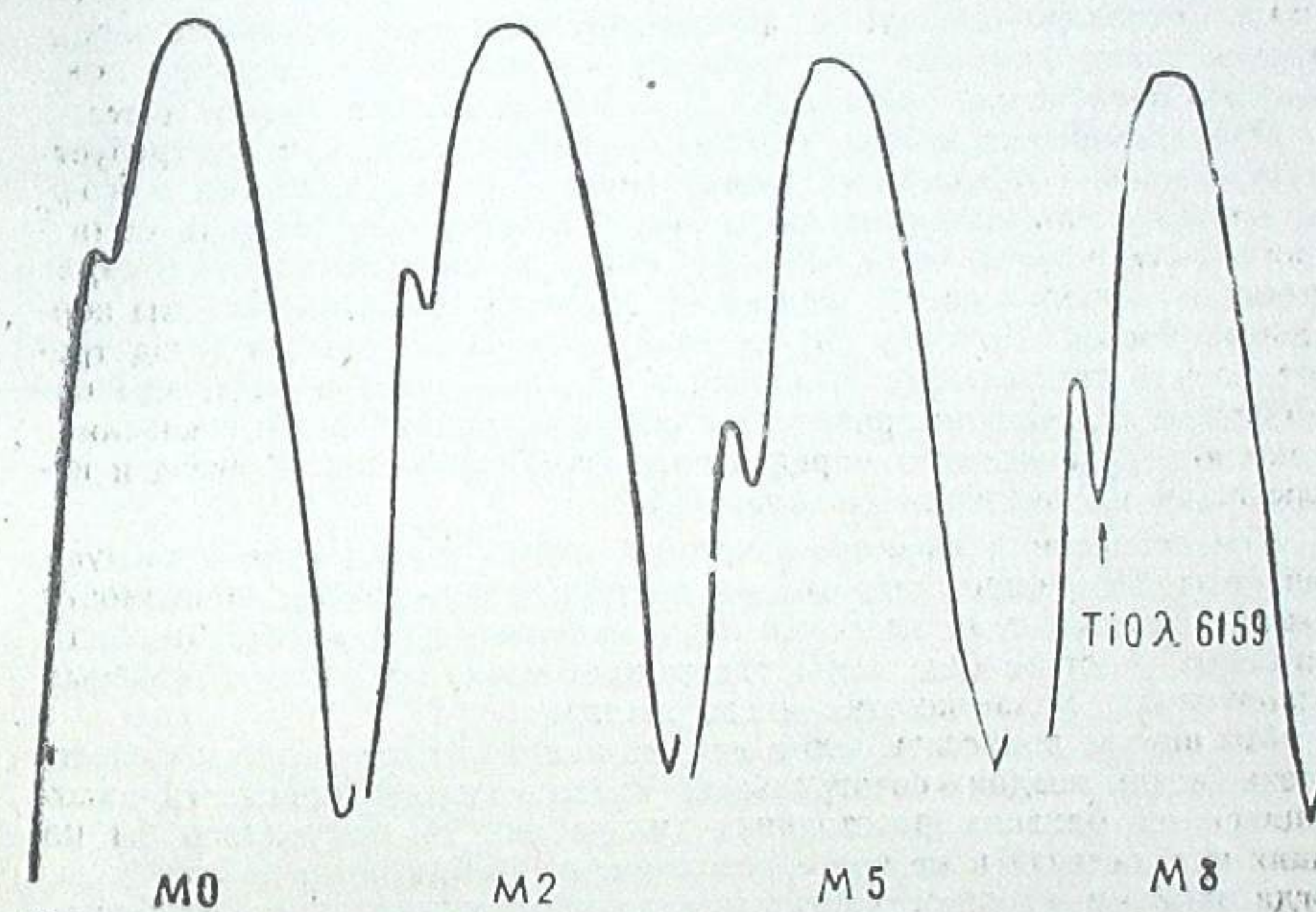


Рис. 1

Основным критерием для спектральной классификации красных звезд (К5—М8) служила титановая полоса $\text{TiO } \lambda 6159$, которая достаточно чувствительна к изменению подклассов (см. рис. 1, где воспроизводится в увеличенном виде соответствующая часть регистрограммы для спектров различных подклассов).

Благодаря использованию 4°-ой призмы и применению этого критерия, мы могли в исследуемых площадках классифицировать спектры звезд до 18-ой фотографической зв. величины, что оказалось весьма ценным для нашего исследования.

Спектральный материал был получен на панхроматических пластинках (Кодак ОаЕ, Агфа Астро-панхром), причем в случае 8°-ой призмы применялся красный фильтр КС-10, а при 4°-ой снимки производились без фильтра.

Точность определения спектральных подклассов в этом случае не уступает точности классификации нормальных спектров.

Таким образом, в исследуемых участках с помощью предобъективных призм (дисперсии: 166 и 666 Å/мм около Нγ), 70-см менискового телескопа, мы произвели двухмерную спектральную классификацию звезд до 12.5 зв. величины и одномерную—до 14—14.5 зв. величины.

Для классифицированных звезд, числом около 1900 (613 звезд в направлении $l=4^\circ$, 1273 звезд в направлении $l=356^\circ$), по снимкам, полученным на том же телескопе, были определены фотографические и фотовизуальные величины, которые были затем приведены к интернациональной системе. Число же классифицированных красных звезд равно 560 (150 звезд в направлении $l=4^\circ$ и 410 в направлении $l=356^\circ$).

Средние ошибки определения спектральных классов, светимостей и звездных величин составляют: 0.1 класса, 1 класс и $0^m 0^s$, соответственно.

Исследование межзвездного поглощения света звезд. Составленный каталог фотометрических и спектральных характеристик звезд позволил нам провести подробное исследование межзвездного поглощения света звезд на основе анализа избытков цвета.

При применении метода цветных избытков, прежде всего требуется установление зависимости между спектральными классами и нормальными показателями цвета звезд. Естественно, точность вычисления избытков цвета звезд, которые лежат в основе определения параметров поглощения света, зависит от точности принятой системы нормальных цветов. Поэтому определение нормальных цветов звезд требует весьма тщательного выполнения. Однако, имея в виду, что наша система зв. величин приведена к интернациональной, мы отказались от полного независимого определения нормальных цветов звезд и использовали их значения по Аллену [6].

Тем не менее, в качестве некоторой сверки мы произвели следующий опыт. По нашим данным мы построили диаграммы зависимости между спектральными классами и наблюдаемыми показателями цвета для обоих участков (рис. 2 и 3, где каждая точка показана в условных обозначениях, указывающих число звезд).

Мы вправе допустить, что в данных направлениях должны существовать звезды поздних спектральных классов низкой светимости, находящиеся на близких расстояниях (иначе они не получились бы на наших пластинках) и не претерпевающие из-за близости, покраснения. Тогда нижним уровнем диаграммы должны определяться приближенные значения нормальных цветов. Это касается, конечно, звезд поздних классов.

Диаграммы показывают, что нижние границы для спектральных классов F и позже, в обоих случаях, хорошо сходятся между собой, а полученные средние значения цветов согласуются со значениями нормальных цветов Аллена.

Астрономическая литература богата исследованиями, посвященными определению численных значений множителя γ , переводящего избирательное поглощение в полное. Эти значения во многих исследованиях колеблются в интервале 2.0—10.0 для интернациональной фотометрической системы.

В 1955 г. А. Ф. Торонджадзе в Абастумани заметил, что значительная часть расхождений в определениях значений множителя обусловлена различием цветных избытков [7]; при этом проведя теоретический анализ, он показал, что основные параметры, характеризующие межзвездное поглощение (α —коэффициент общего межзвездного по-

глощения, $\Delta\alpha$ —коэффициент избирательного поглощения, γ —множитель, переводящий избирательное поглощение в полное), являются переменными величинами, зависящими от величины поглощения [8]. В указанных работах были выведены соответствующие формулы и на основе фотометрической системы Е. К. Харадзе [9] определены наилучшие значения параметров [10].

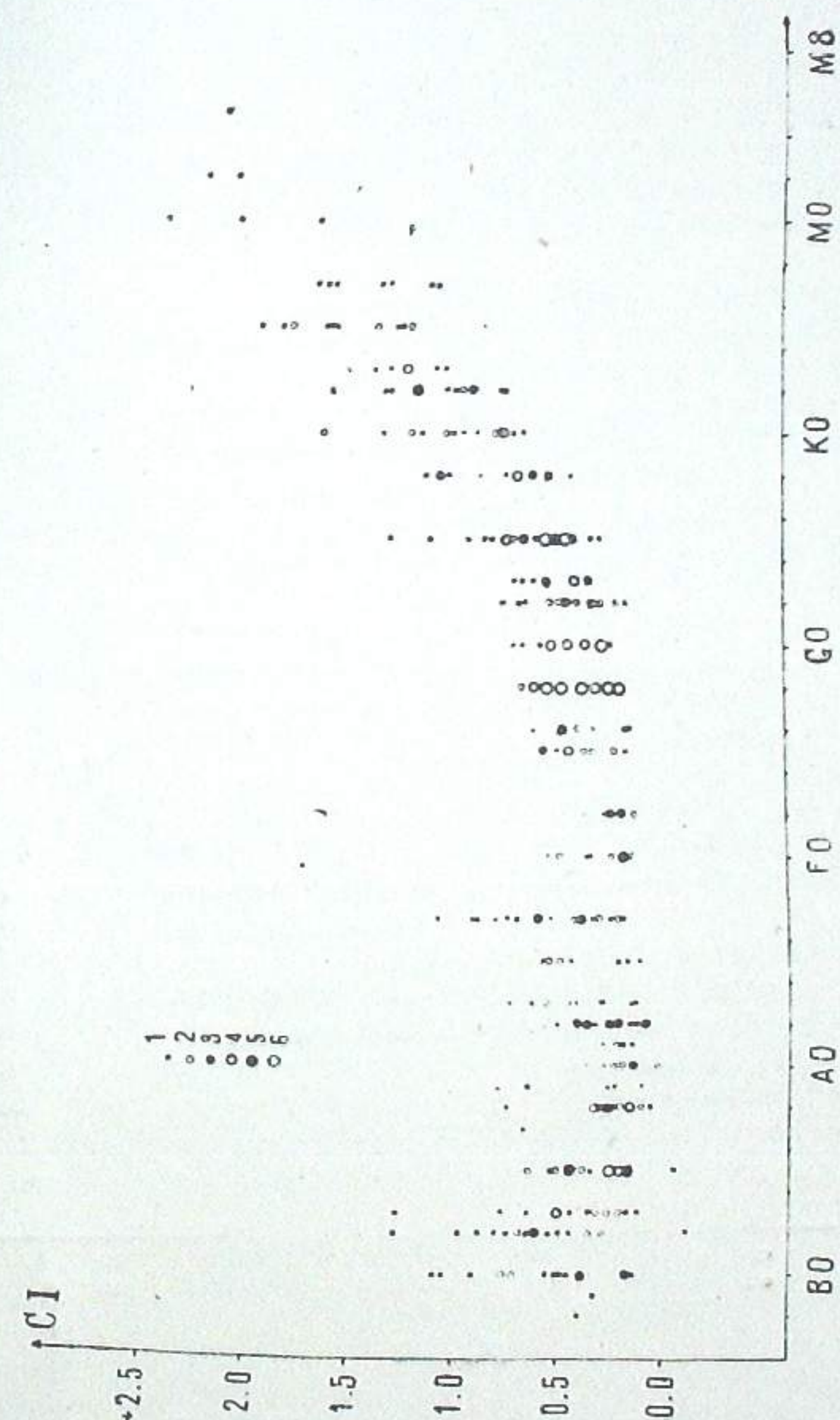


Рис. 2

В своих исследованиях А. Ф. Торонджадзе считает, что обстоятельства, приводящие к переменности множителя, аналогичны явлению эффекта Форбса для атмосферной экстинкции.

Уместно вспомнить, что В. Б. Никонов [11] указал на зависимость эффективных длин волн фотометрических систем от оптической толщи, проходимой светом в поглощающей среде.

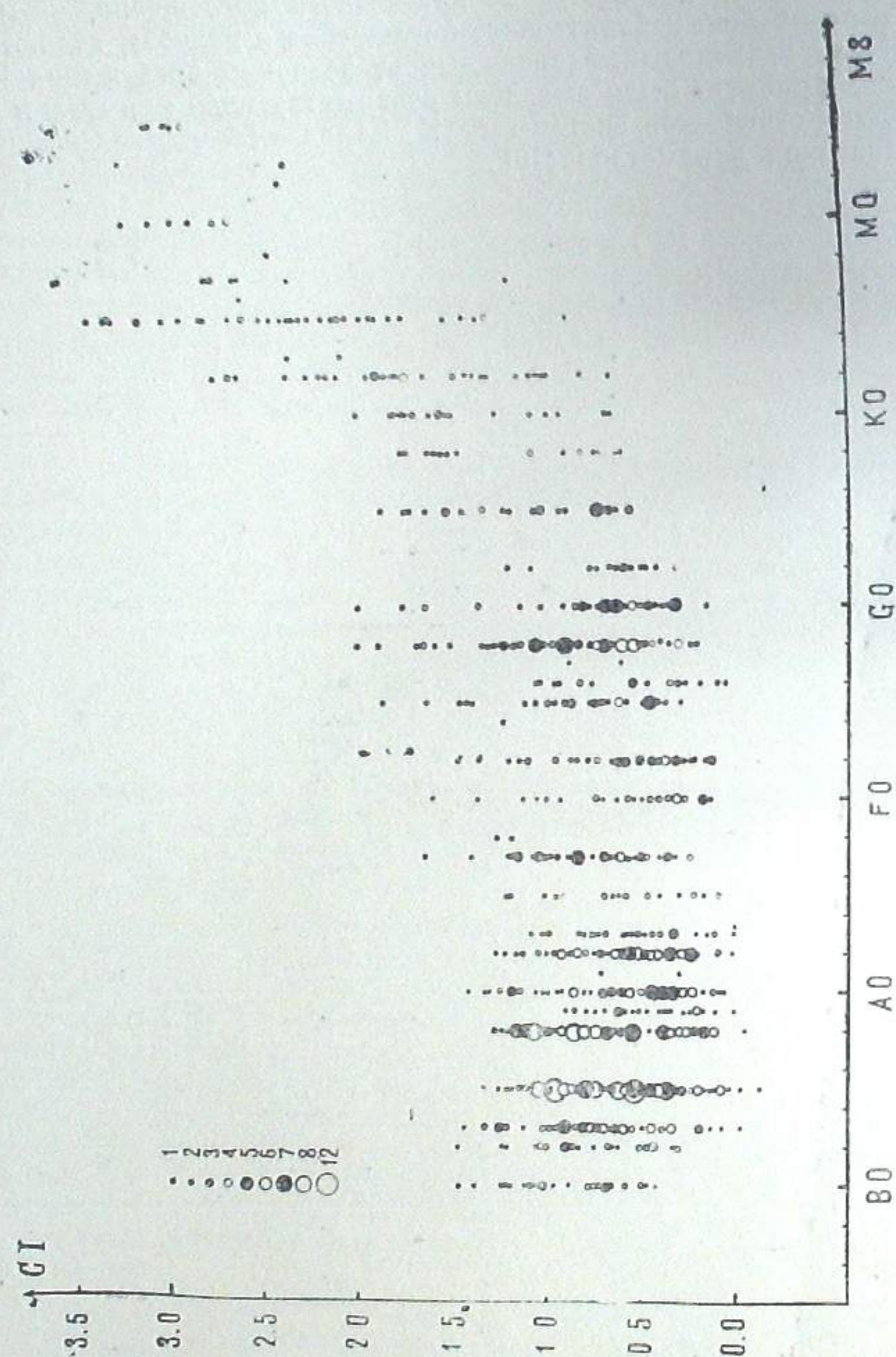


Рис. 3

О. А. Мельников [12], на основе данных М. А. Вашкидзе [13], в которых наряду с избытками цвета различных объектов, приведены также и соответствующие полные поглощения, полученные по подсчетам звезд и внегалактических туманностей, находит, что

$$\bar{\gamma} = 3.4 + 0.33 \bar{1/E}, \\ \pm 0.5 \pm 0.04$$

где усреднение произведено по группам объектов с близкими значениями избытка цвета, т. е. \bar{E} . О. А. Мельников делает вывод, что связь

между γ и $1/E$ почти не зависит от температуры объектов и, вероятно, объясняется не изменением эффективных длин волн с покраснением звезд (явление, аналогичное эффекту Форбса), а наличием нейтрального поглощения в Галактике в непосредственной близости к солнечной системе или даже внутри нее. Им показано также, на основании анализа данных, относящихся к звездам разных типов и к галактикам, что связь между γ и $1/E$ практически не зависит от рода рассматриваемых объектов.

В настоящее время переменность множителя следует окончательно считать общепризнанной. В нашем исследовании мы придерживались этой точки зрения и учитываем переменность в наших вычислениях.

Сравнение значений множителя по данным А. Ф. Торонджадзе и С. А. Мельникова показывает, что при значениях избытка цвета ниже $1^m.5$ они хорошо совпадают между собой в пределах точности определений.

Ввиду того, что при вычислениях основных параметров, характеризующих межзвездное поглощение, А. Ф. Торонджадзе использовал фотометрические данные, очень близкие к интернациональной системе (данные Е. К. Харадзе), а наша система также близка к интернациональной, мы с достаточно большой уверенностью смогли воспользоваться для множителя его значениями из работы [10].

Располагая данными спектральной классификации, а также фотографическими и фотовизуальными величинами слабых звезд, мы предприняли исследование структурных характеристик межзвездной поглощающей среды в двух направлениях на Млечный Путь в созвездиях Орла и Щита. С этой целью, прежде всего, звезды спектральных классов В8—М8 мы сгруппировали по блеску и по спектральным подклассам. Учитывая содержание нашего каталога, мы сочли целесообразным разделить звезды по интервалам блеска, равным 0.5 зв. величины, и по спектральным подклассам: В8—В9, А0—А1, А2—А3, А5—А8, F0—F2, F5—F8, G0—G3, G5—G8, K0—K2, K3—K7, M0—M2 и M3—M8. Причем, каждая группа была подразделена по признаку абсолютных величин.

С целью определения средних избытков цвета, вычислялись средние наблюдаемые колор-индексы для каждой группы, а за нормальные цвета принимались средние значения, соответствующие данной группе спектральных подклассов.

Применением общеизвестной формулы

$$\lg r = 0.2(m - M - \gamma CE) + 1$$

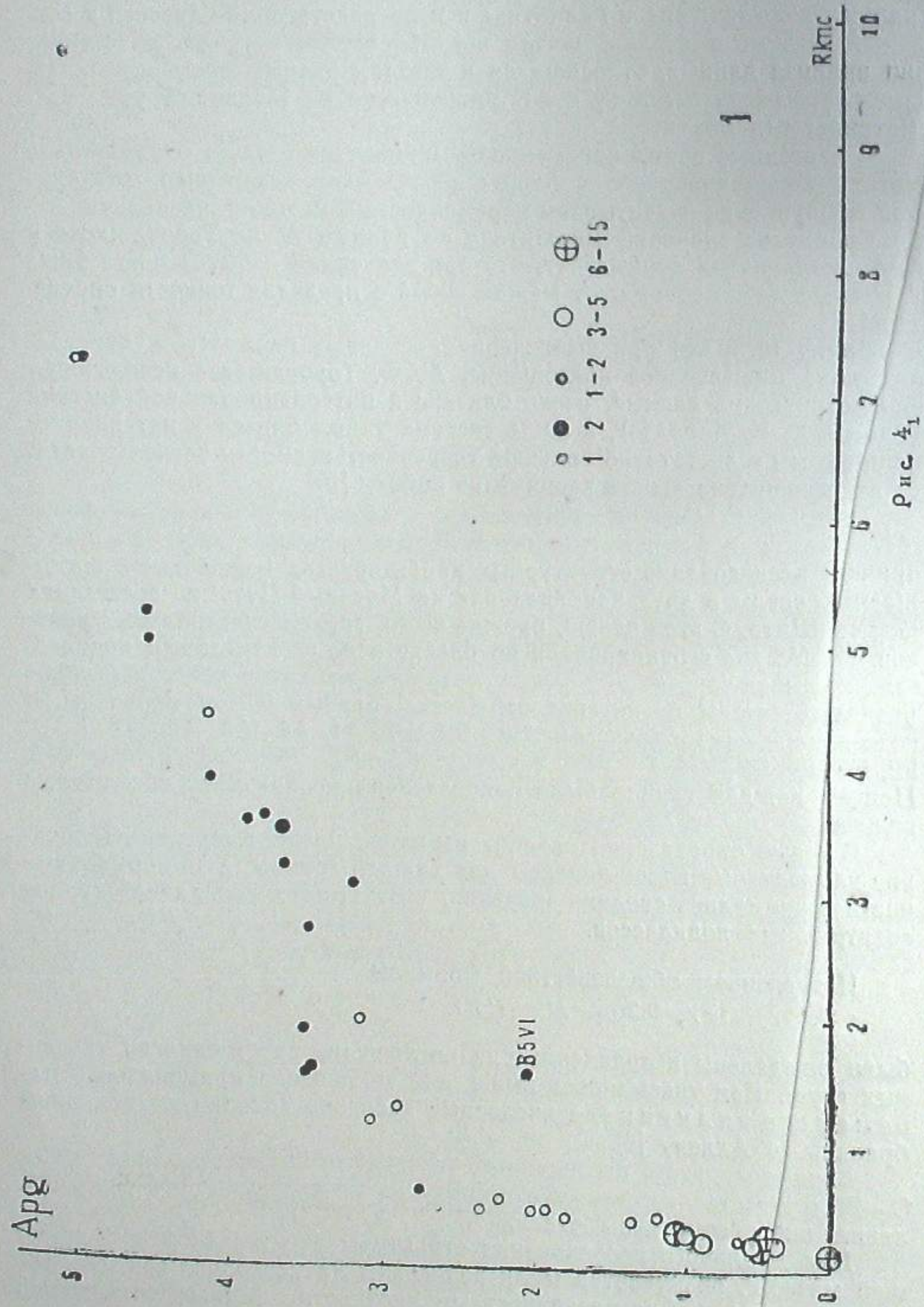
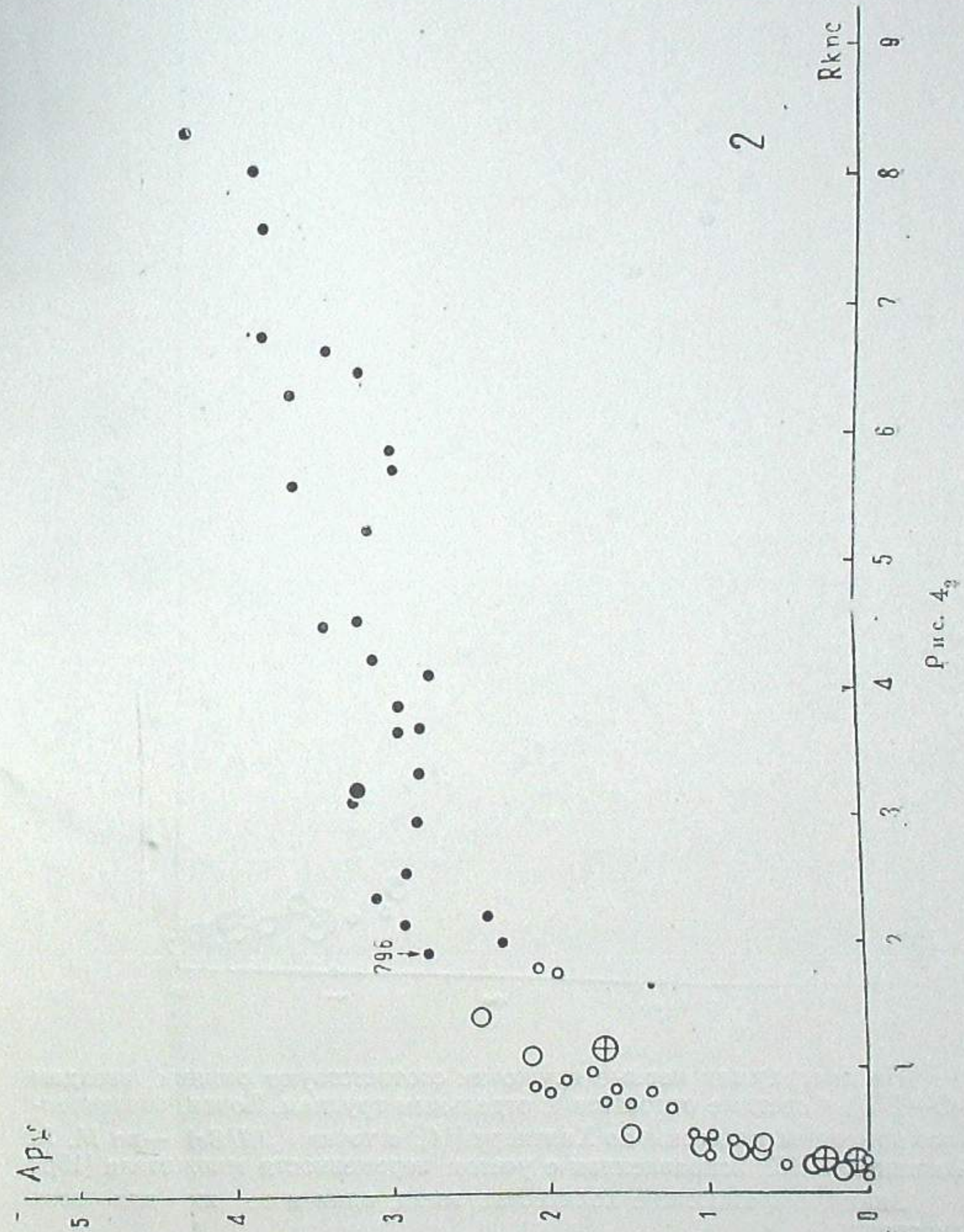
были определены исправленные за поглощение расстояния до указанных групп. Как указывалось выше, для множителя применялось переменное значение, а численные значения абсолютной величины брались по Аллену [6].

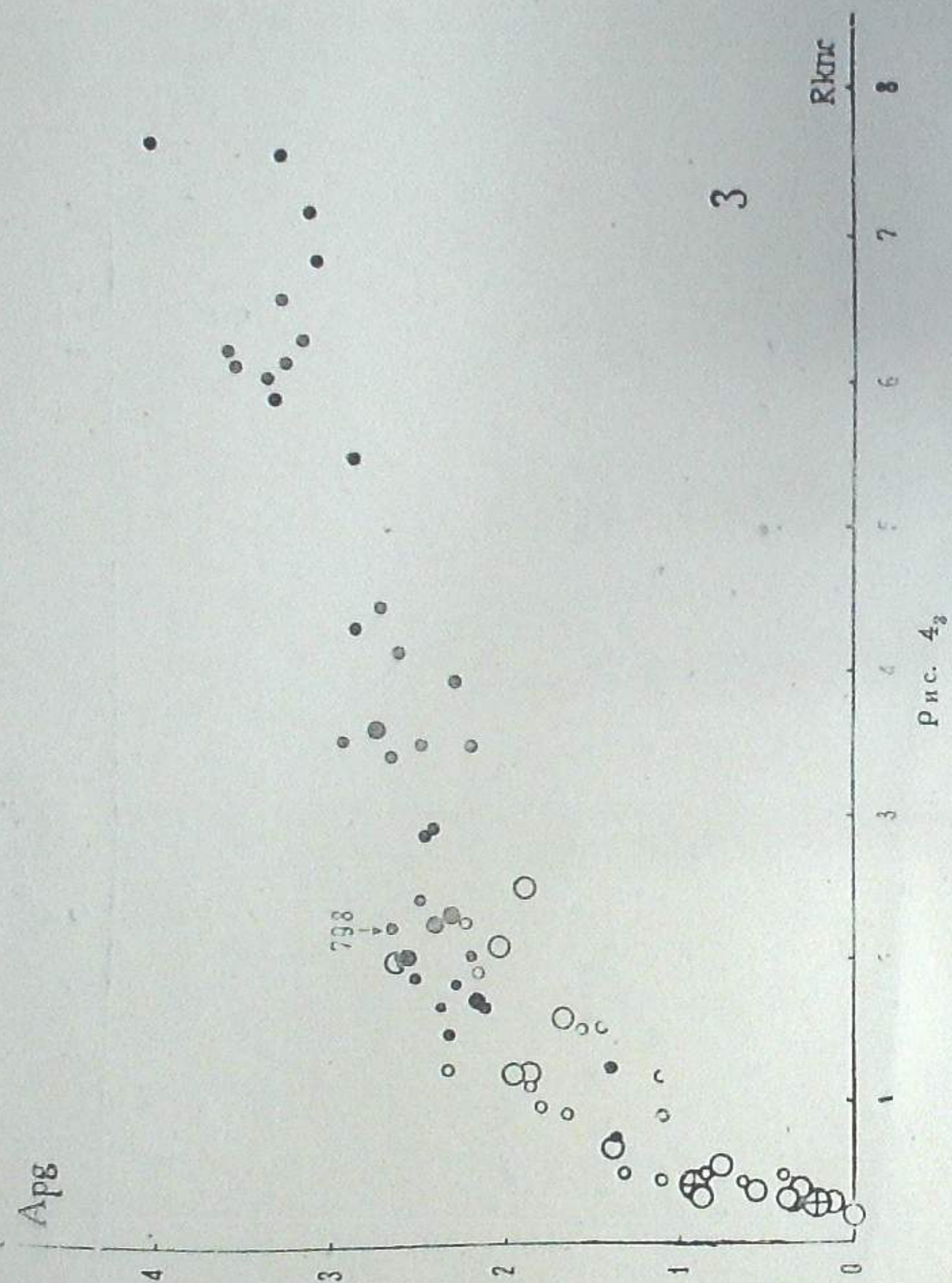
Ввиду того, что в исследуемых участках очень много ранних звезд О—В5 и представляет большой интерес их пространственное распределение, они рассмотрены отдельно.

Для детального исследования структуры межзвездной поглощающей материи, оба участка были разделены на несколько зон. Эти зоны оконтуривались по поверхностным плотностям темных туманностей и по количеству звезд в данном направлении.

Для каждой зоны построены диаграммы зависимости изменения общего поглощения от расстояния (см. рис. 4₁, 4₂, 4₃, 5₁, 5₂, 5₃, где вторые цифры, т. е. индексы соответствуют номерам зон, очерченных

нами на наших рабочих звездных картах, не воспроизводимых здесь. Рисунки 4 относятся к участку 1, а рисунки 5—к участку II).

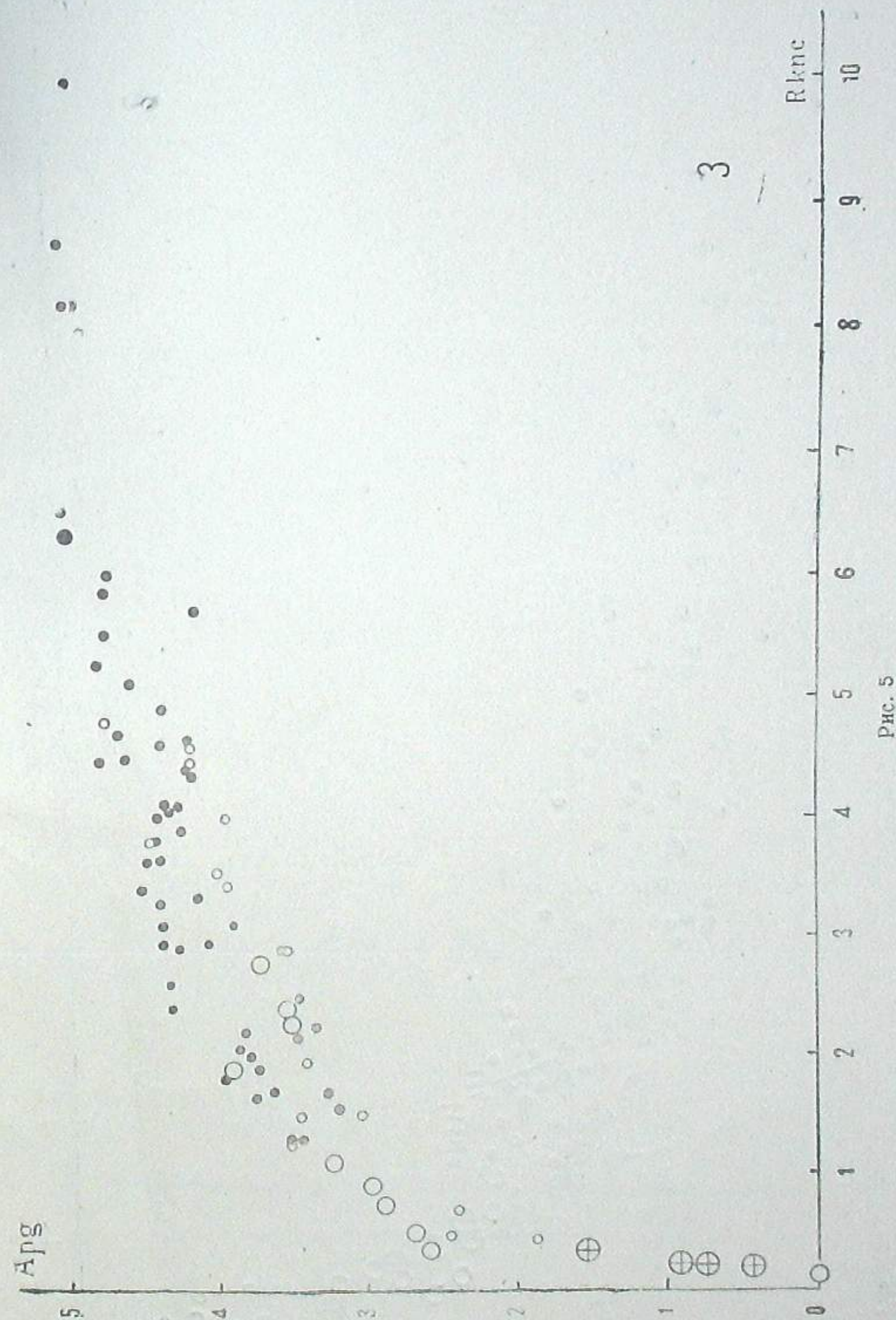
Рис. 4₁Рис. 4₂



На диаграммах черные кружочки соответствуют ранним звездам (O—B5), а светлые относятся к отдельным группам. Точки, обозначенные номерами нанесены по Хилтиеру [14], а точка *RUSct* — по М. А. Вашакидзе [13], исправленная с учетом переменности множителя [10].

Знаки, выражающие количества звезд, одни и те же для всех диаграмм.

1). Участок $l=4^\circ$, $b=-2^\circ$. Исследуемый участок расположен в раздвоении Млечного Пути в созвездии Орла и составляет часть Площадки 1 Плана комплексного изучения избранных областей Млечного Пути П. П. Паренаго. Здесь находится одно из самых близких к нам скоплений темных туманностей, которое тянется вдоль галактического экватора и характеризуется необычайно сильным поглощением.



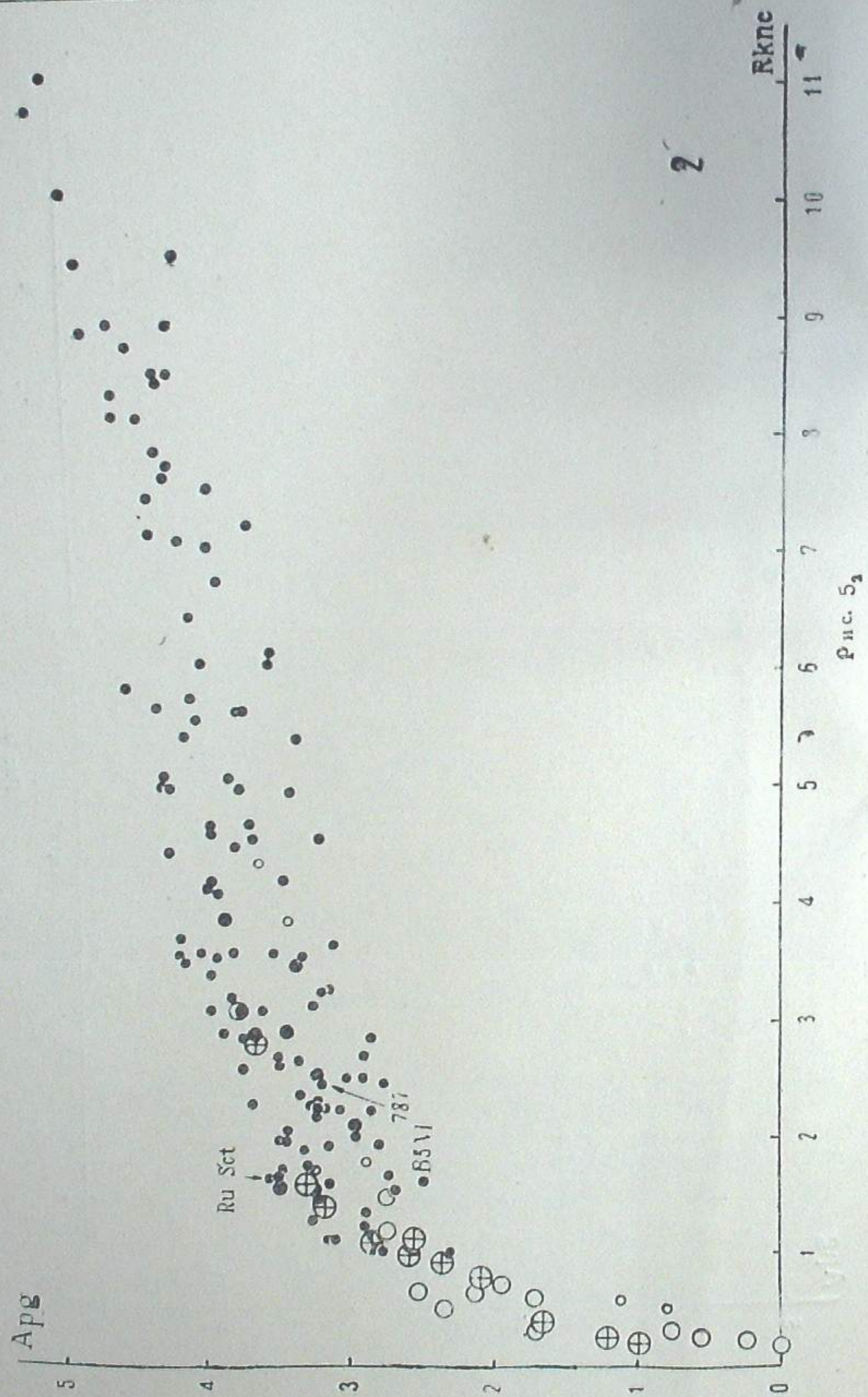


Рис. 5₁

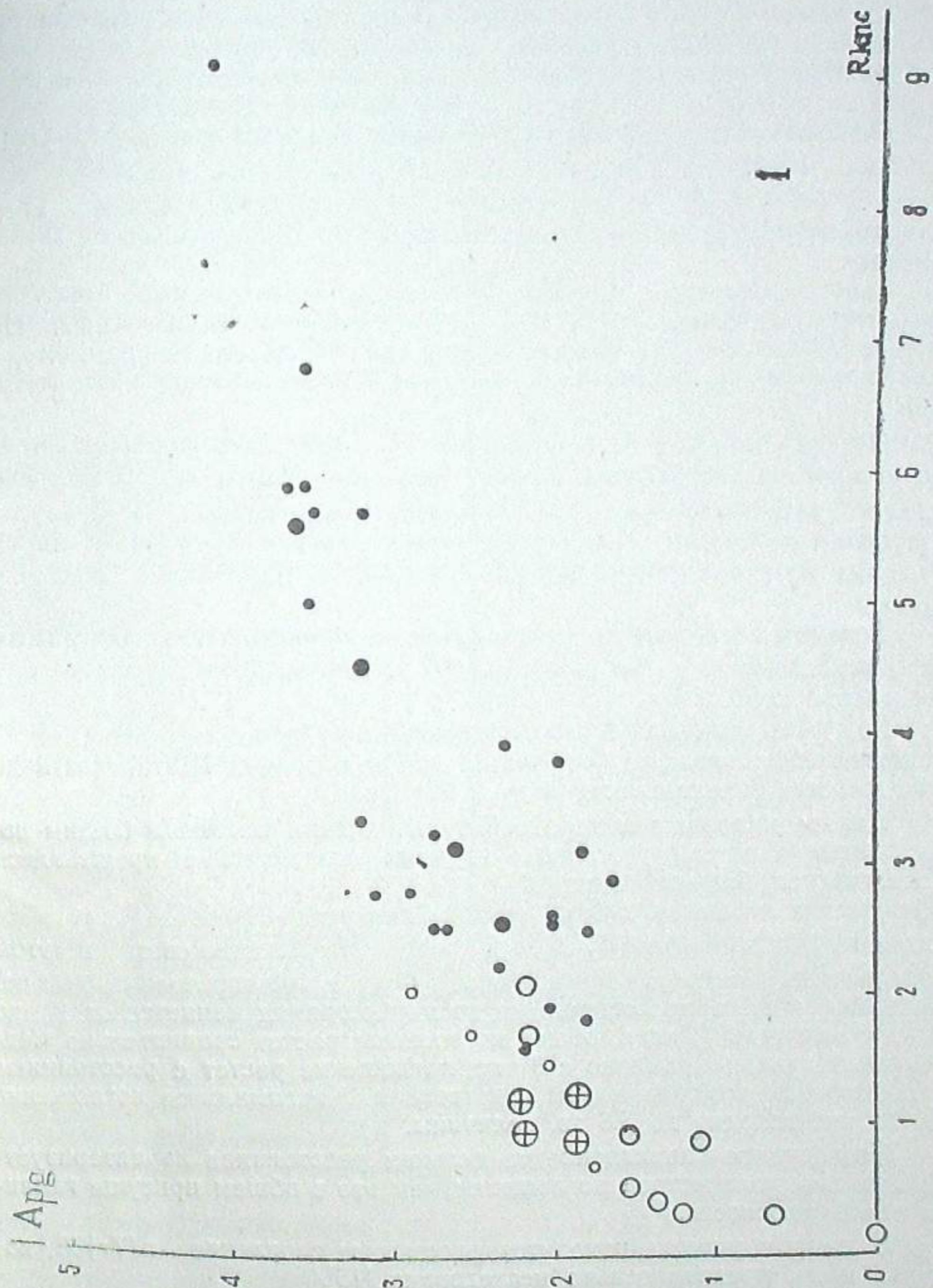


Рис. 5₂

Несмотря на то, что исследуемый нами участок имеет в площади всего лишь 4 кв. градуса, он охватывает как яркую, так и темную части Млечного Пути.

Как видно из диаграмм (рис. 4₁, 4₂, 4₃) в исследуемом направлении поглощение света начинается примерно от 200 пс, и резко растет до 500 пс, с некоторыми колебаниями около 300—400 пс.

Величина общего поглощения на таком расстоянии меняется от 1 до 2,5 зв. величины для светлой и темной части, соответственно.

Основная масса поглощающей среды, для всех зон, простирается до 2 кпс. Намечается возрастание кривых около 4 кпс для зоны 4₁ и около 6 кпс для зон 4₂ и 4₃. Максимальное общее поглощение в этом направлении до 8 кпс составляет примерно 5,5 фотографической зв. величины.

Следует отметить, что было промерено около десятка красных сверхгигантов примерно 17—18-ой фотографической зв. величины. На основе данных об этих звездах можно заключить, что, по-видимому, с расстояния 9 кпс наступает поглощение в более плотной массе материи.

Диаграммы 4₂ и 4₃ в интервале 500—3000 пс показывают явное раздвоение кривых, причем нижняя ветвь диаграммы 4₂ хорошо совпадает с верхней ветвью 4₃. Такое раздвоение кривых, а с другой стороны и совпадение этих ветвей разных диаграмм указывают на то, что зоны 4₂ и 4₃ частично содержат облака с одинаковым поглощением.

В самом деле, звезды, попадающие на нижнюю ветвь диаграммы 4₂ (показывающие малое поглощение), проектируются на более яркое место неба.

II). Участок $l=356^\circ$, $b=0^\circ$. Исследуемый участок расположен на галактическом экваторе у границы светлого облака Щита. Частично этот участок захватывается созвездием Орла.

Данное направление характеризуется весьма заметным общим поглощением и поэтому детальное изучение поглощающей среды здесь представляет большой интерес.

Участок площадью в 8 кв. градуса был разделен на 3 зоны. Как видно из диаграмм (рис. 5₁, 5₂, 5₃), сильное поглощение света в этом направлении начинается примерно от 150 пс и простирается до 500 пс. Величина общего поглощения на этом расстоянии меняется от 1 до 2,8 зв. величины. Далее, общее поглощение растет сравнительно медленнее. Начиная примерно с 3 кпс, поглощение растет с расстоянием с постоянным коэффициентом возрастания. Максимальное поглощение на 10 кпс доходит до 5,5 зв. величины.

Исследуемое направление на дальних расстояниях характеризуется меньшим количеством поглощения, чем это в общем присуще галактической плоскости.

В данном участке находится рассеянное скопление Ap(Tr)35, которое нами предварительно исследовано [15].

Известно, что такая интересная по структуре область как раздвоение Млечного Пути исследовалась неоднократно многими авторами. Но, проникновение вглубь Галактики в опубликованных исследованиях было все же ограничено.

Располагая возможностями получения спектров слабых ранних звезд до 14,5 зв. величины и красных до 18-ой зв. величины мы смогли

проникнуть в галактические глубины до 8—10 кпс и изучить в пределах этого, очень значительного расстояния распределение звезд и межзвездной материи.

Особенности распределения O—B5 звезд. Звезды O—B5, считающиеся наиболее молодыми, имеют тенденцию к образованию группировок, располагающихся в основном вдоль спиральных рукавов Галактики. В большом количестве случаев они связаны, при этом, с диффузными туманностями.

Рис. 6 и 7 изображают поверхностное распределение звезд O—B5, в направлениях $l=4^\circ$, $b=-2^\circ$ и $l=356^\circ$, $b=0^\circ$, соответственно.

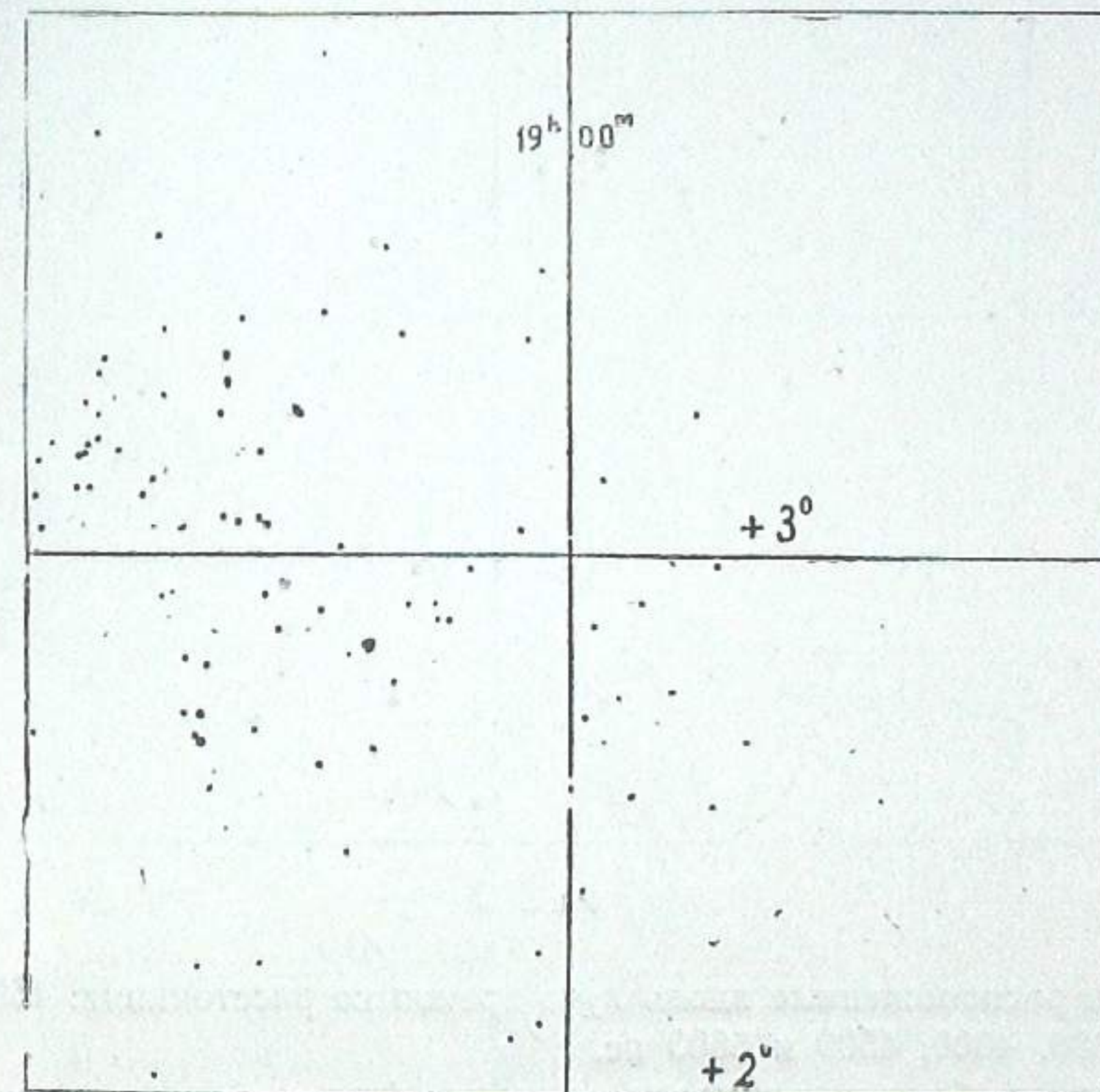


Рис. 6

Отношение ранних звезд спектральных классов O—B5 к общему числу звезд составляет 18% и 27% для первого и второго участков, соответственно.

Флуктуацию в поверхностном распределении звезд (рис. 6) следует объяснить вариациями в величине поглощения в разных, хотя и соседних направлениях.

На рис. 8 изображены звезды O—B5, спроектированные на плоскость галактического экватора, т. е. допуская для них галактическую широту равной нулю.

Из рассмотрения рис. 8 видно, что в направлении $l=4^\circ$, $b=-2^\circ$, звезды спектральных классов O—B5 в основном находятся на расстояниях от Солнца больших, чем 1500 пс и не обнаруживают тенденции к группировке. В промежутках 4,5—5 кпс и 8—9,5 кпс либо вовсе нет ранних звезд, либо их количество весьма мало.

В направлении $l=356^\circ$, $b=0^\circ$ звезды O—B5 появляются начиная с расстояния 1000 пс. В данном направлении имеется большое количество звезд O—B5 и оказалось возможным выделить отдельные груп-

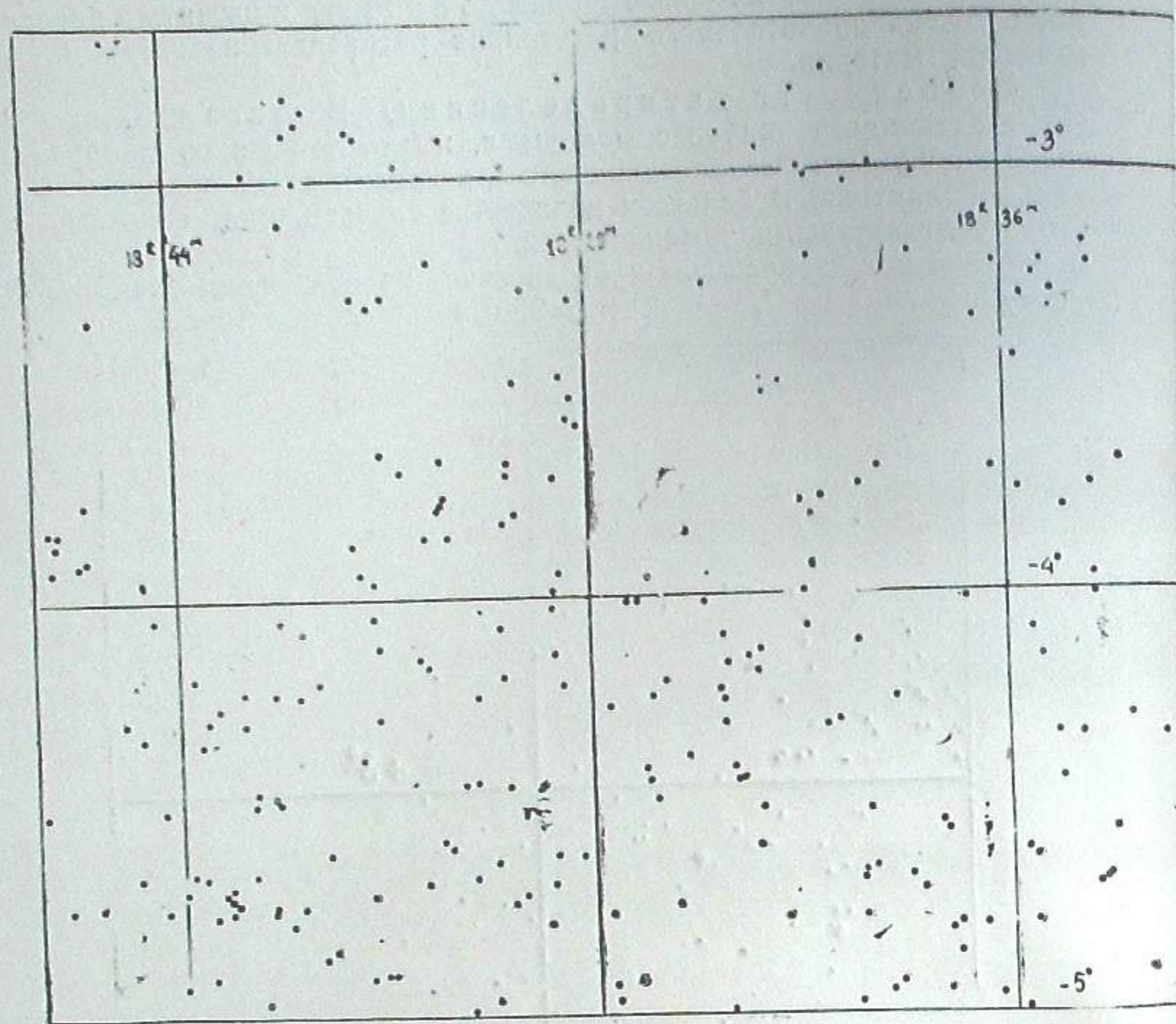


Рис. 7

пировки, расположенные вдоль луча зрения на расстояниях: 1600, 2000, 2550, 3000, 4000, 4500 и 5600 пс.

Следует обратить внимание на то, что функция распределения числа звезд по расстоянию обнаруживает с одной стороны тенденцию к группировке, вблизи некоторых значений R и с другой — наличие провалов. Нет оснований объяснять это обстоятельство влиянием наблюдательной селекции. Оно, по-видимому, связано со спиральной структурой Галактики. По нашим измерениям, в направлениях $l=4^\circ$ и $l=356^\circ$, кроме рукава в области Стрельца, наблюдается второй (внутренний) рукав, проходящий на расстояниях около 5000 и 3800 пс, соответственно. Места провалов на рис. 8 соответствуют местам между внутренними рукавами Галактики.

Полученные нами результаты указывают на совпадение, в пределах исследованного нами пространства, распределения пылевой среды с распределением нейтрального водорода, что видно на прилагаемой карте, построенной по данным радионаблюдений [16].

Звезды с эмиссией в $H\alpha$. Наш каталог красных звезд содержит также звезды с эмиссией в $H\alpha$. В направлении $l=4^\circ$ находятся 5 эмиссионных звезд, из них 4 принадлежат спектральному классу B , а одна классу M . В направлении же $l=356^\circ$ находятся 16 эмиссионных звезд 13 — класса B , 1 — класса M и 2 — типа Вольф-Райе.

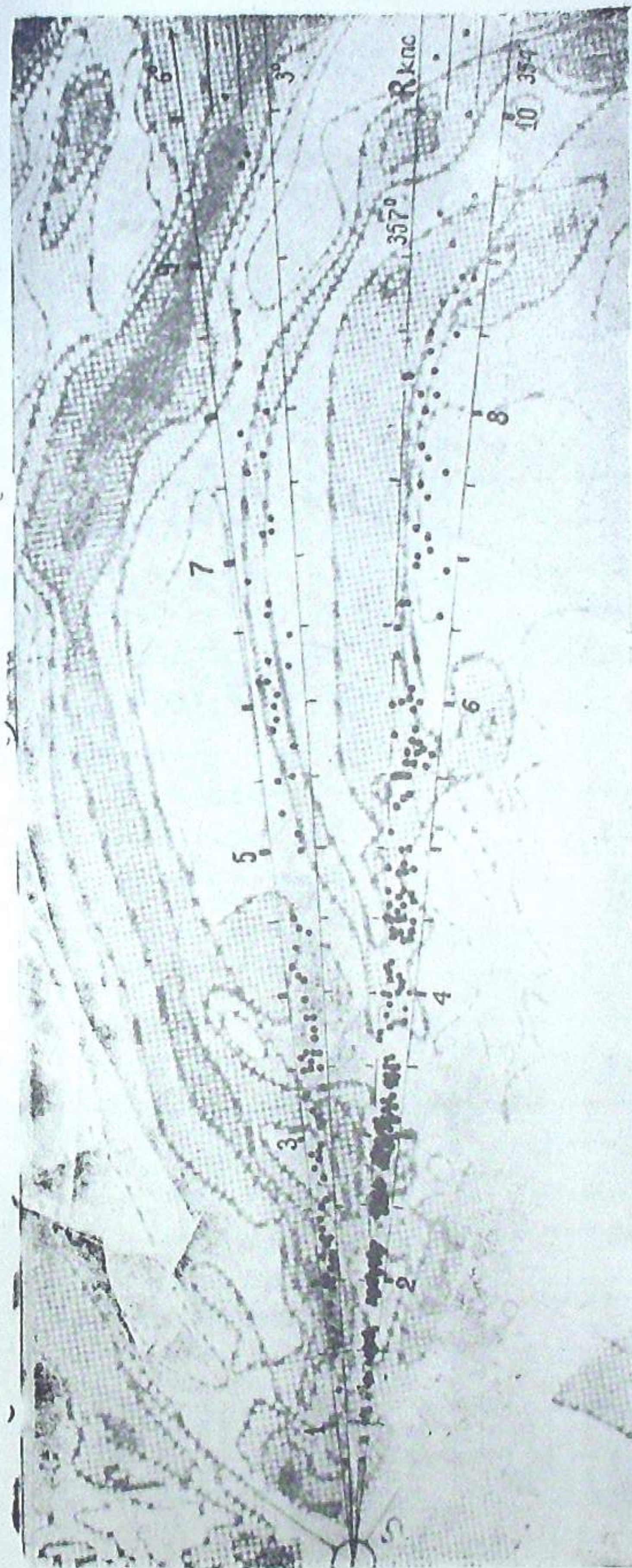


Рис. 8.

Таблица 1

m_{pg}	0—B2	B3—B5	B8—B9	A0—A3	A5—A8	F0—F3	F5—F8	G0—G3	G5—G8	K0—K2	K3—K7	M0—M2	M3—M8	Всего
9.0—9.5	2	1		1		1	1		1	1				6
9.5—10.0	1			2		1	3		1	2				10
10.0—10.5	1		1	2		1	5	2	1	2	2		1	13
10.5—11.0	1	3	3	3	1	4	2	3	1	1	6			25
11.0—11.5	3	3	2	4	2	7	6	6	5	1	2			29
11.5—12.0	3	8	6	6	3	8	13	10	6	3	2			48
12.0—12.5	1	8	4	5	2	2	16	15	8	7	5	2		64
12.5—13.0	7	14	6	10	5	2	19	11	8	11	8	1		89
13.0—13.5	10	14	4	14	8	1	19	11	19	11	10	1	1	122
13.5—14.5	12	7	3	8	7	5	10	8	18	14	10	1		103
14.5—	3		1		1	2				2	1			11
Всего	44	44	28	55	29	36	81	59	60	44	34	4	2	520

Таблица 2

m_{pg}	0—B2	B3—B5	B8—B9	A0—A3	A5—A8	F0—F3	F5—F8	G0—G3	G5—G8	K0—K2	K3—K7	M0—M2	M3—M8	Всего
8.5—9.0			1	1	1	1		1		1				2
9.0—9.5		1	1	1	1	4		2		1				5
9.5—10.0		1	1	6	1	4	3	1	2	1				9
10.0—10.5	1	1	4	3	1	5	7	2	3	3	1			21
10.5—11.0	2	3	3	2	2	5	10	11	9	2	1			32
11.0—11.5	2	6	6	16	1	12	6	6	4	4	1			53
11.5—12.0	9	10	10	18	6	9	18	12	8	3	5			75
12.0—12.5	7	20	15	23	7	14	23	9	7	3	6	2		116
12.5—13.0	16	26	26	32	13	19	19	12	3	3	8	1	2	153
13.0—13.5	11	39	32	28	25	4	32	3	6	14	10	4	1	186
13.5—14.0	9	37	30	30	12	6	19	5	6	14	10	1	2	199
14.0—14.5	14	39	8	16	4	4	2	1	1	1	2	4	1	188
14.5—15.0	3	17	5	4		4				1	2	4	1	63
15.0—	2	3		4						1	5	1	3	24
Всего	76	202	142	180	73	75	139	64	49	55	48	13	10	1126

В направлении $l=356^\circ$ нами была открыта по спектру Новая звезда около 16-ой величины в Щите с координатами: $\alpha=18^h40^m21^s$, $\delta=-4^\circ32'5''$, (1950) [17].

Функция распределения звезд по блеску и спектральным классам.

В табл. 1 и 2 представлено распределение звезд по блеску и спектральным классам.

Данные таблиц показывают, что распределение звезд поздних спектральных классов приблизительно пропорционально соответствующим площадям, но относительное количество ранних звезд O—B5 больше в направлении на $l=356^\circ$, чем на $l=4^\circ$.

Направление $l=356^\circ$ богато также красными звездами типа K5—M8. По нашим оценкам классифицированные красные звезды в основном принадлежат гигантам и сверхгигантам (основная масса этих звезд обнаруживает сильное покраснение).

Исходя из того, что природа поглощающей материи имеет в общем почти подобные характеристики в обоих направлениях, и тем не менее, все же заметно различие в количестве далеких звезд, можно заключить, что в направлении $l=356^\circ$ плотность звезд выше, чем в направлении $l=4^\circ$.

Июль, 1963

სინათლის გარსკვლავთშორისული შთანთქმისა და
გარსკვლავთ სივრცული განაწილების გამოკვლევა ირმის
ნახტომის ორ უბანში არწივისა და ფარის თანავარსკვლავედებში

ს. აპრიამაშვილი

(რეზიუმე)

ფერის სიჭარბეთა მეთოდით გამოთვლილია სინათლის შთანთქმელი მატერიის განაწილება ირმის ნახტომის ორ უბანში არწივისა და ფარის თანავარსკვლავედებში: I. $l=4^\circ$, $b=-2^\circ$, 4 კვ. გრადუსი და II. $l=356^\circ$, $b=0^\circ$, 8 კვ. გრადუსი. თითოეული უბანი დაყოფილია სამ-სამ ზონად და შესაბამისად აგებულია დიაგრამა, რომელიც იძლევა საერთო შთანთქმის ცვალებადობას მანძილის მიხედვით (ნახ. 4 და 5).

შესწავლილია ადრინდელ ვარსკვლავთა სივრცული განაწილების თვისებები. მიღებული შედეგები სინათლის შთანთქმელი მატერიისა და ვარსკვლავთ განაწილების შესახებ შედარებულია რადიოასტრონომიულ დაკვირვებებთან.

გამოკვლევა წარმოადგენს ნაწილს იმ სამუშაოებისა, რომლებიც სრულდება ობსერვატორიაში ირმის ნახტომის შერჩეული არეების კომპლექსური შესწავლის გეგმით (ე. წ. პ. პ. პარენაგოს გეგმა).

AN INVESTIGATION OF INTERSTELLAR LIGHT-ABSORPTION AND SPATIAL DISTRIBUTION OF STARS IN TWO REGIONS OF THE MILKY WAY IN AQUILA AND SCUTUM

S. P. APRIAMASHVILI

(Summary)

The distribution of the light-absorbing medium in two regions of the Milky Way in Aquila and Scutum: I. $l=4^\circ$, $b=-2^\circ$, (4°square) and II. $l=356^\circ$, $b=0^\circ$, (8°square) has been computed by means of color-excess method.

Each region is divided into three zones and the curves are drawn giving the total absorption variation with the distance (fig. 4 and 5).

The spatial distribution features of early type stars (O-B5) are studied.

The results are compared with radio-astronomical observations.

The investigation is a part of those works which are being carried out in the observatory according to the plan of complex study of Selected areas in the Milky Way (the so called P. P. Parenago's plan).

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Паренаго П. П. Астрон. журн. 1956, 33, № 5, 749.
2. Киладзе Р. И. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1959, № 24, 35.
3. Альбицкий и др. Курс астрофизики и звездной астрономии, 1951, т. 1.
4. Seares F. H., Ross F. E., Joyner Mary C. Publ. Carnegie Inst. 1941, № 532.
5. Харадзе Е. К. и Бартая Р. А. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1960, № 25, 139.
6. Аллен. К. У. Астрофизические величины. М., 1960.
7. Торонджадзе А. Ф. Астрон. цирку. АН СССР. 1956, № 167.
8. Торонджадзе А. Ф. Астрон. журн. 1958, 35, № 1, 71.
9. Харадзе Е. К. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1952, № 12.
10. Торонджадзе А. Ф. Астрон. журн. 1958, 35, № 4, 548.
11. Никонов В. Б. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1953, № 13.
12. Мельников О. А. Известия ГАО в Пулково. 1961, 22, № 167, 129.
13. Вашакидзе М. А. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1954, № 14.
14. Hiltner W. A. Aph. J. Suppl. Series № 24, II, 389.
15. Априамашвили С. П. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1962, № 28, 157.
16. Oort J. H., Keer F. T., Westerhout G. Monthly Notices Roy. Astron. Soc, 1958, 118, 379.
17. Априамашвили С. П. Астрон. цирку. АН СССР. 1962, № 229.

М-ЗВЕЗДЫ В ОБЛАСТИ ζ ЗМЕЕНОСЦА

М. В. ДОЛИДЗЕ

В течение 1959—62 гг. на большой призмной камере Абастуманской обсерватории были получены спектры звезд в красных и близких ультрафиолетовых лучах в области ζ Змееносца. Цель спектральных обзоров в различных лучах состояла в изучении видимого распределения эмиссионных и красных звезд. Предварительные результаты опубликованы [1]. Здесь мы приведем результаты спектральной классификации М-звезд в красных лучах. В таблице 1 представлены данные о наблюдательном материале.

Таблица 1

Дата	№ негатива	Координаты центра снимков		Время выдержки в минутах	Эмульсия	Призма
		α_{1900}	δ_{1900}			
Красные снимки						
3-4.7.1962	2852	$16^h 26^m .9$	$-11^{\circ} 43'$	120	Кодак 0aF	8°
5-6.4.1962	2782	27.5	-08 24	120	A-700-19	4
27-28.4.1960	1576	27.7	-10 08	44	Кодак 0aE	8
13.5.1961	2246	30.9	-08 36	120	Кодак 0aF	8
10-11.4.1959	1141	37.2	-04 00	27	Кодак 0aE	8
2-3.7.1962	2850	43.8	-08 08	127	Кодак 0aF	8
30.6-1.7.1962	2849	44.1	-11 55	93	Кодак 0aF	8
5-6.7.1962	2854	44.2	-14 37	120	Кодак 0aE	8
Синие снимки						
5-6.4.1962	2782a	30.3	-08 22	55	A-700-19	4
5-6.7.1962	2854a	48.0	-13 00	40	Кодак 0aO	8
6-7.7.1962	2862	48.0	-15 00	40	Кодак 0aF	8

Некоторая неоднородность материала в отношении М-звезд обусловлена необходимостью одновременно с поисками эмиссионных звезд вести методическую работу, а именно, подбирать эмульсии, а также критерии спектральной классификации М-звезд при разных дисперсиях (использовались призмы с преломляющими углами 8° и 4°). Критерии двумерной спектральной классификации в основном остались те же, что были раньше [2]. Спектральный класс М по интенсивности полосы поглощения $\text{TiO}:\lambda 6159\text{A}^{\circ}$ разделен на четыре подкласса *a*, *b*, *c* и *d*, что соответствует подклассам М0-М8 по *HD*. Гиганты подклассов М2-М8 выделены по наличию полосы поглощения $\text{TiO}:\lambda 6700\text{A}^{\circ}$ (снимки, полученные на Кодак 0aF и А-700-19). В таблице 2 даны результаты классификации.

Соответственно порядковому номеру в таблице 2, звезды *M* обозначены на отпечатках спектральных снимков (фото 1—8). Так как по нашим спектрам, полученным в красных лучах, не удается выделять гиганты подклассов *MO-M2*, мы не будем анализировать подробно характер распределения звезд гигантов, хотя на первый взгляд, в области самой эмиссионной туманности, расположенной вокруг ζ Змееносца, красные гиганты следуют очертаниям эмиссионной туманности. На фото 9 приводим участок ζ Змееносца из атласа Бечвара. Крестиками обозначены центры снимков. Красные гиганты обозначены точками. Кружками обозначены эмиссионные звезды [1] (они же обозначены на фото 7 и 8, соответственно обозначениям в таблице 3).

Таблица 3

Обозначение звезды	α_{1900}	δ_{1900}	$I_{H\alpha}$		$I_{H,RCaII}$		Примечание
			2849	2854	2854a	2856	
a	$16^h 41^m 1$	$-15^{\circ} 07'$		5			
b	42. 8	-14 02	5	5			
c	43. 8	-14 07	5	5			
d	43. 7	-14 13	5	5	5,5	5,5	MWC 209 (1950)

Эмиссионные и темные туманности нанесены условной штриховкой. Темная туманность, расположенная на юго-восточном крае эмиссионной туманности (левый нижний край фото 9), связана с эмиссионными звездами. Севернее от нее расположена темная туманность продолговатой формы. Как указывается в работе [3], эти темные туманности проектируются на эмиссионную туманность, распложенную около ζ Змееносца. То обстоятельство, что эмиссионные звезды сопровождают только темные туманности, вероятно, подтверждает это заключение. В области известны несколько эмиссионных переменных звезд спектрального класса *M*, но они не попадают в центральную часть, занятую нашими снимками. Обработка наблюдательного материала показала, что для поисков и классификации эмиссионных и *M*-звезд в красных лучах вполне пригодна эмульсия А-700—19. Для поисков и классификации *M*-звезд пригодны снимки, получаемые обеими призмами.

Сентябрь, 1962.

М—ვარსკვლავები გველმჭერის ζ -ს უბანში

მ. დოლიძე

(რეზიუმე)

მოყვანილია 356 *M*-ვარსკვლავის სპექტრული კლასიფიკაციის შედეგები გველმჭერის ζ -სთან განლაგებული ემისიური ნისლეულის უბანში. გამოყოფილია ვივანტები ქვეკლასებისათვის *M2-M8*. კლასიფიკაცია ჩატარებულია მცირე დისპერსიის სპექტრებით წითელ სხივებში.

M-STARS IN ζ OPH REGION

M. V. DOLIDZE

(Summary)

The results of spectral classification of 356 *M*-stars in ζ Oph region are given in this article. The classification is carried out on the base of low dispersion spectra in red light.

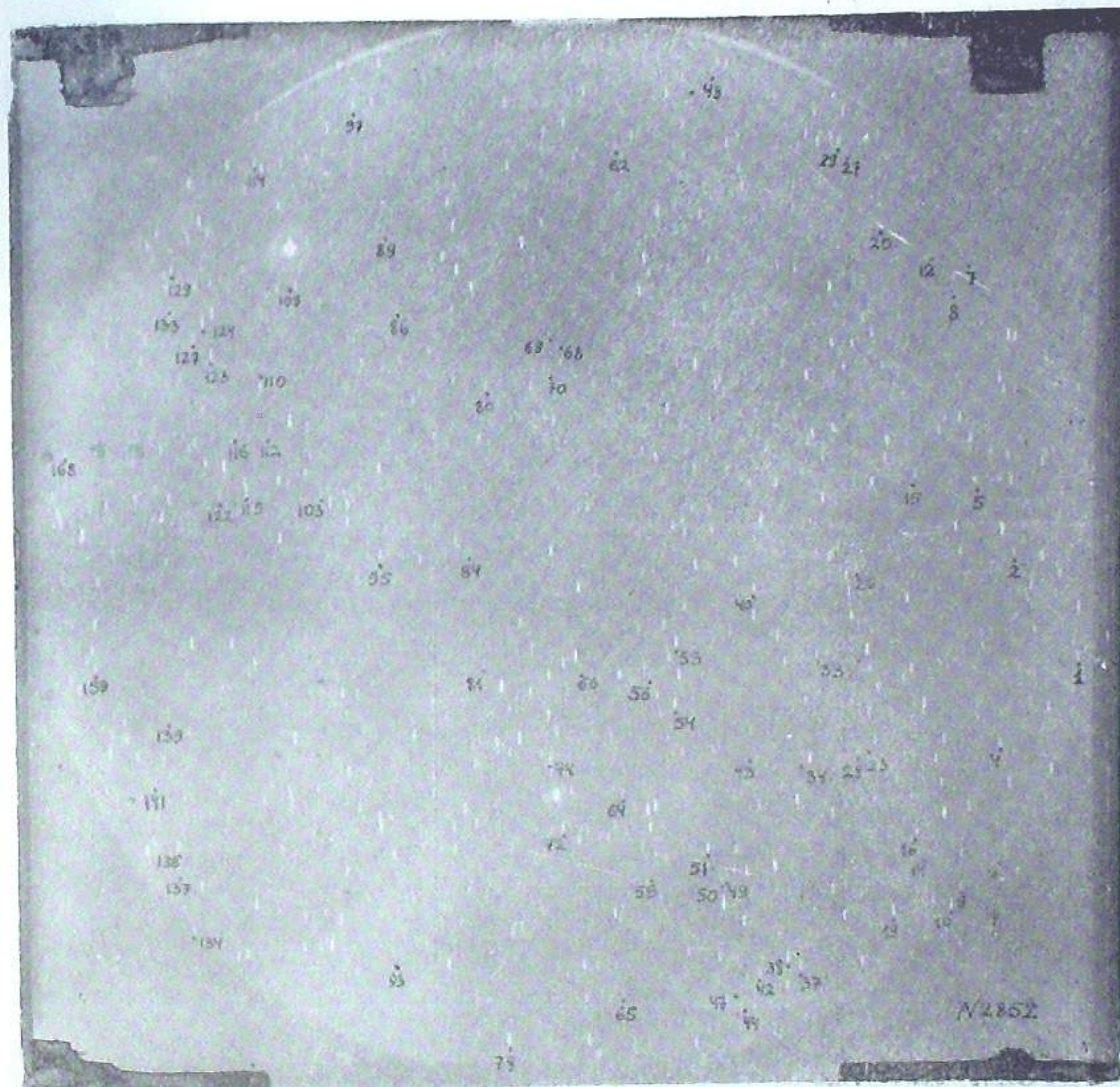


Foto 1

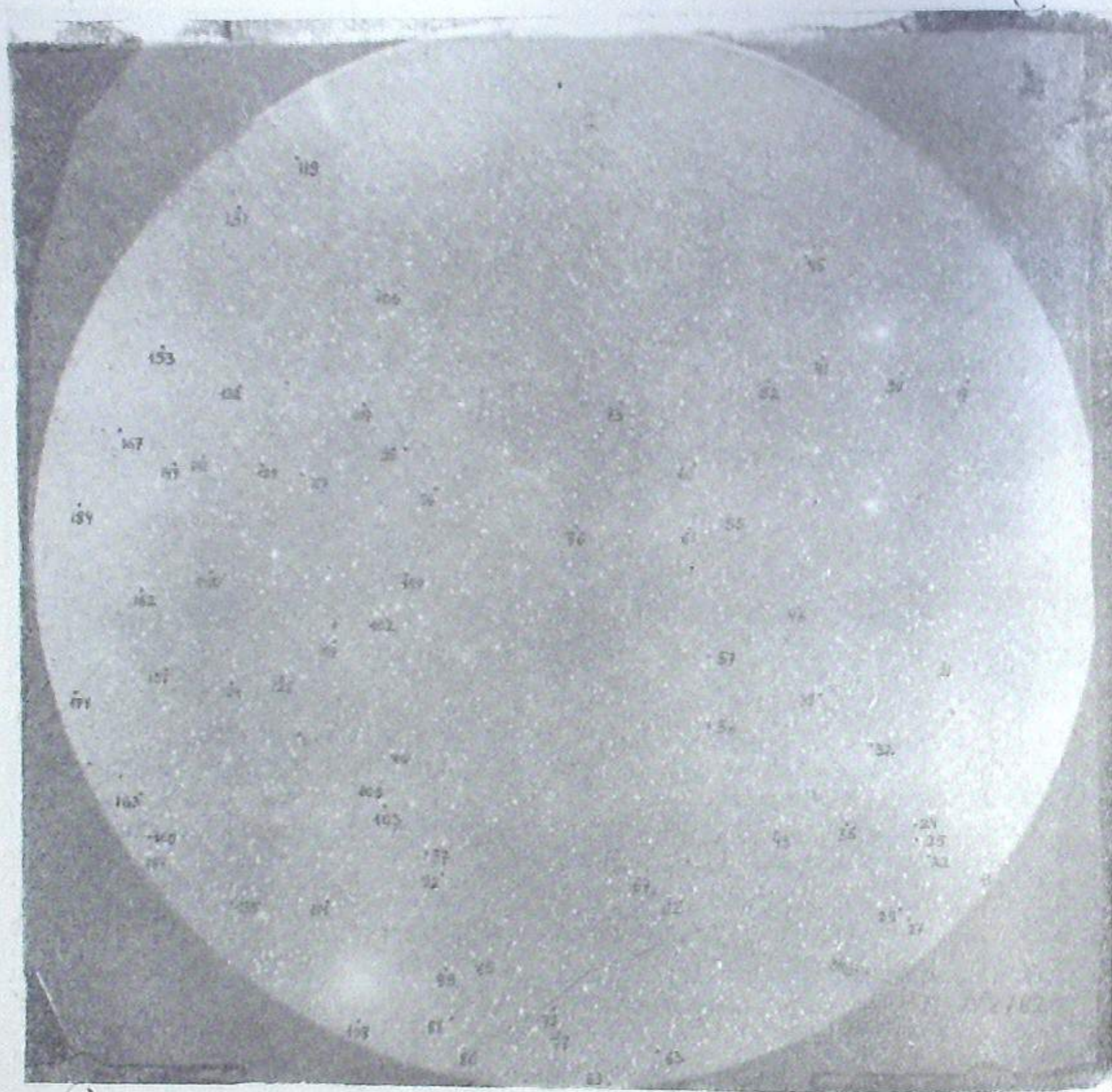


Фото 2

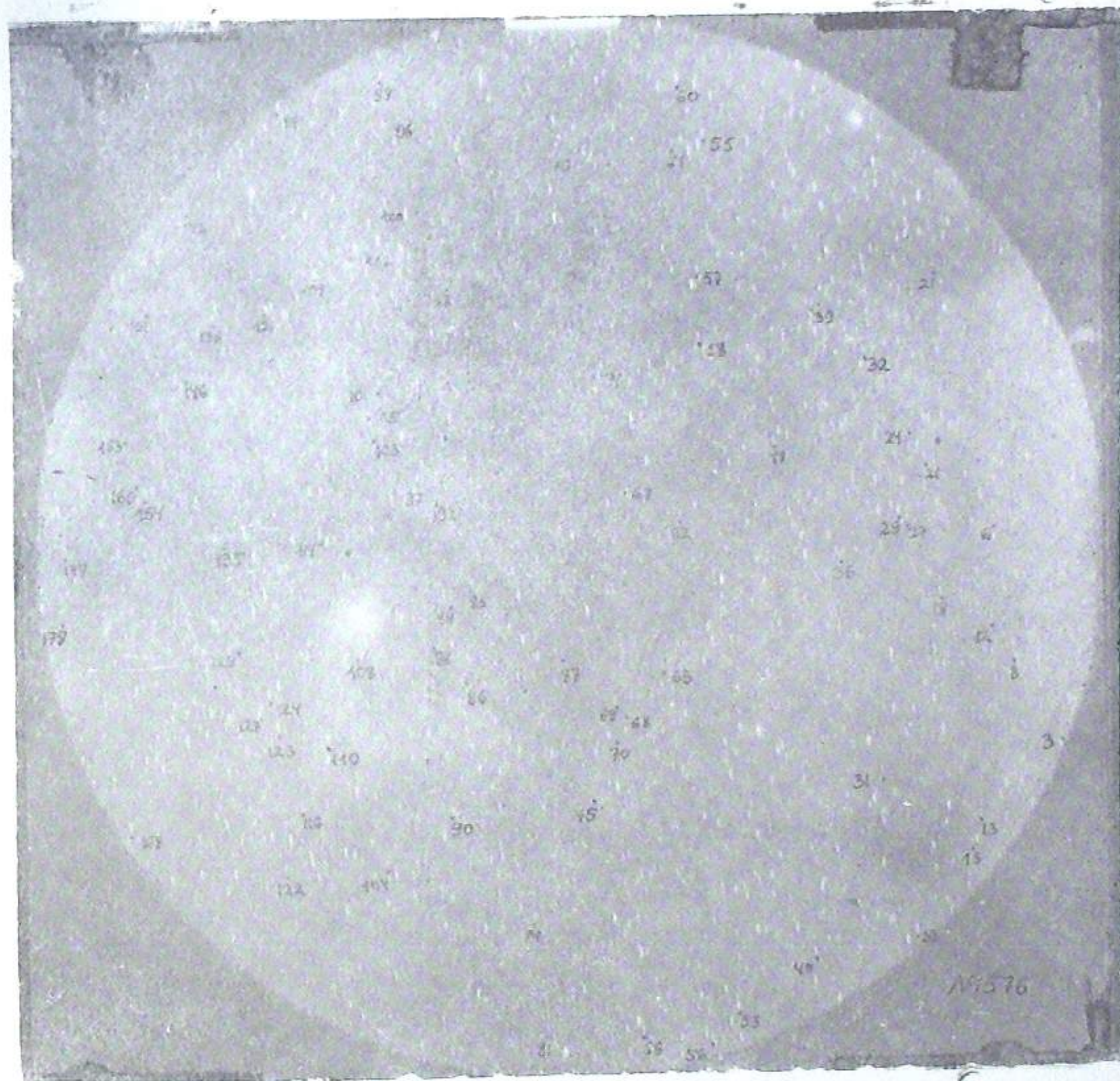


Фото 3

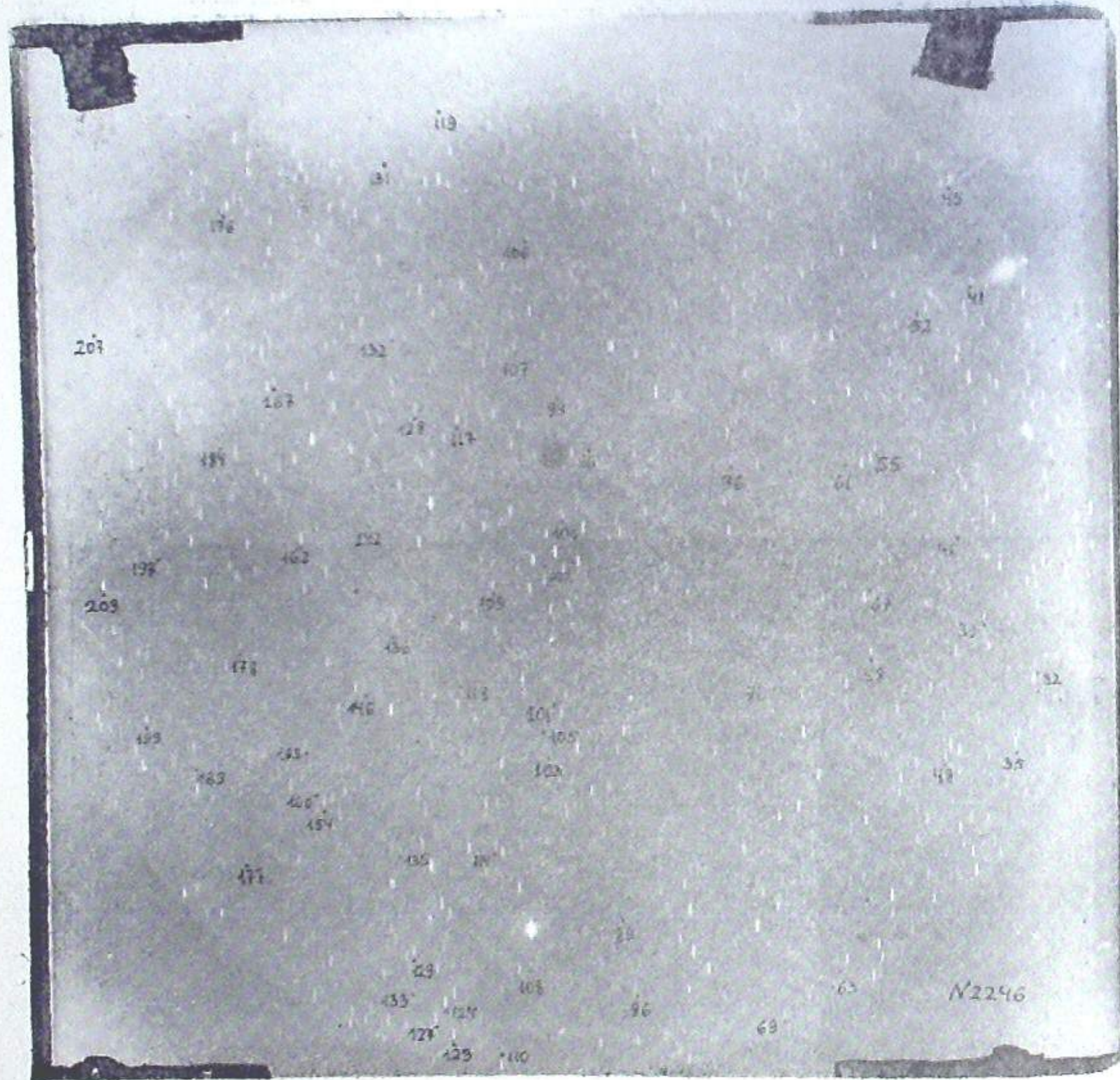


Фото 4

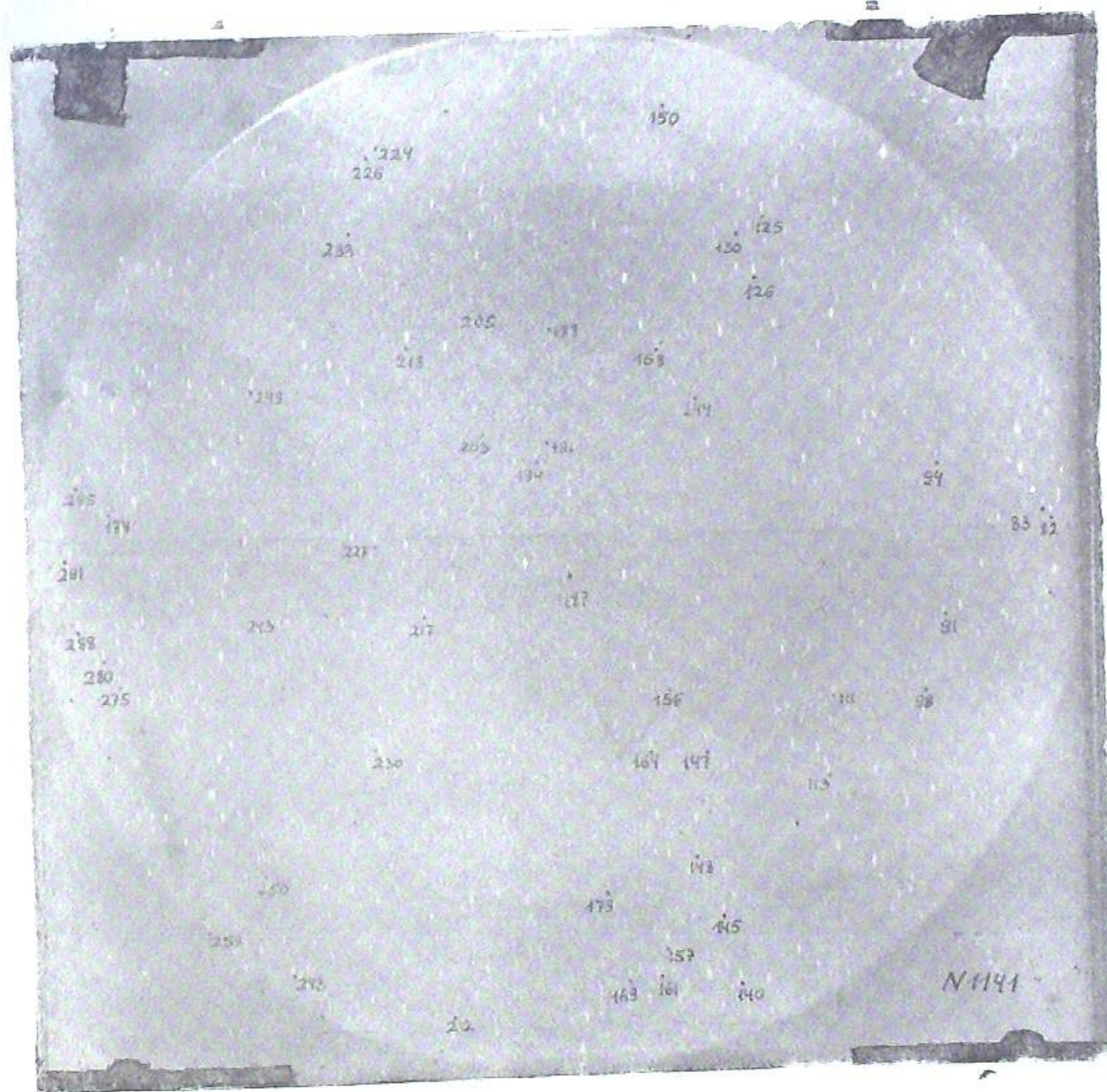


Фото 5

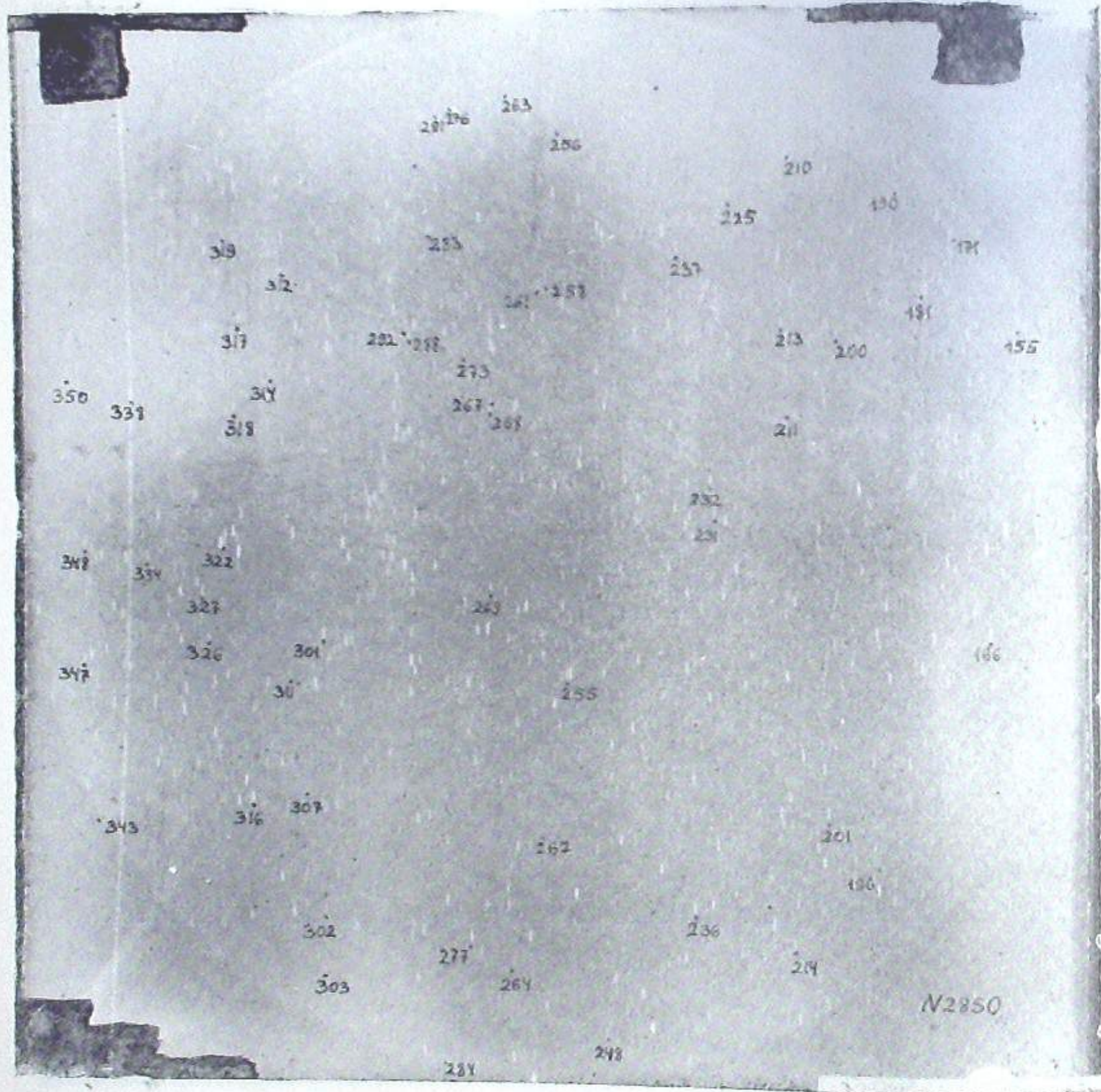


Фото 6

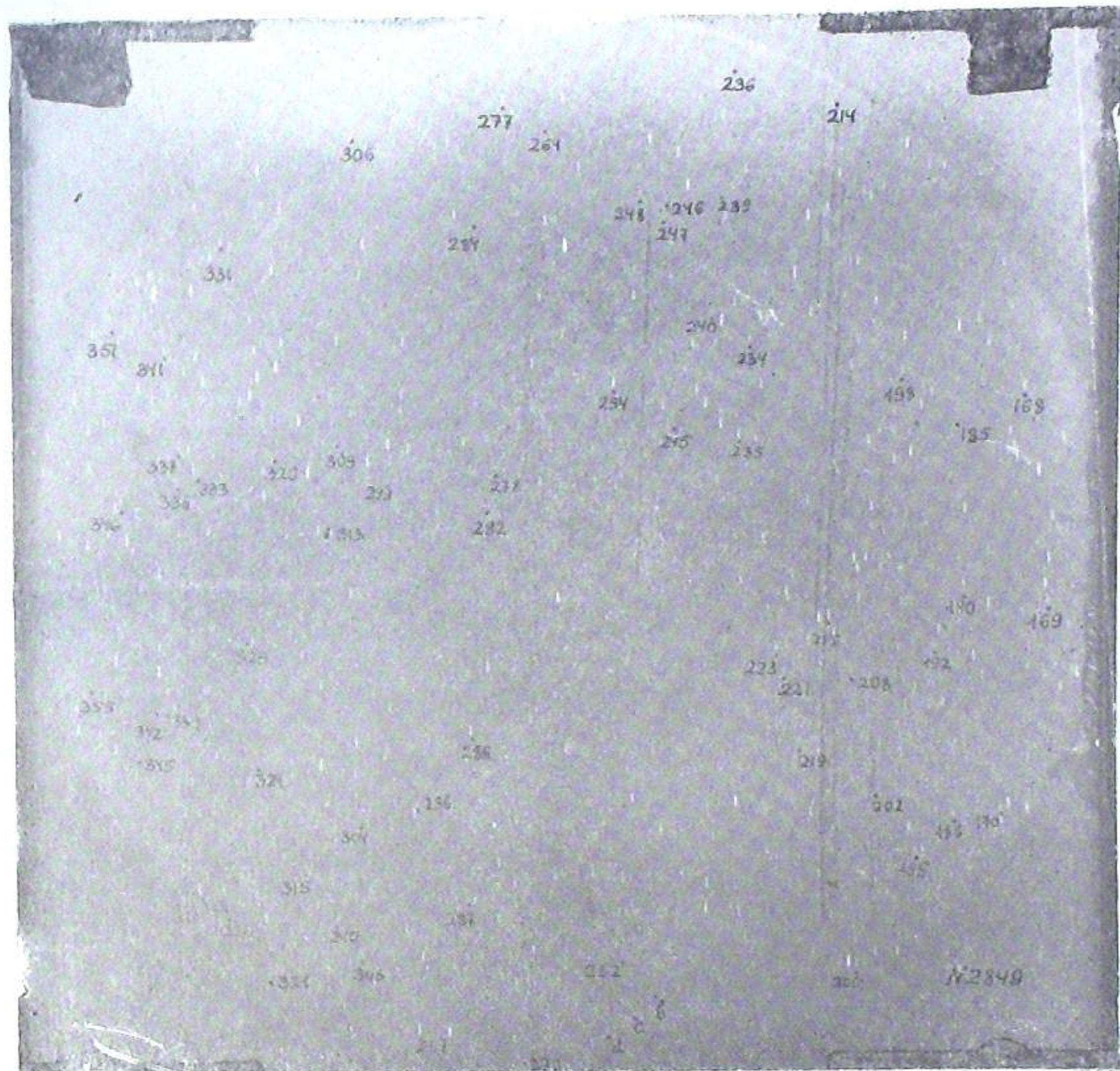


Фото 7

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Долидзе М. В. О периферийной системе около ζ Змееносца. Астрон. Цирк. АН СССР, 1962, № 231, 22.
2. Долидзе М. В., Гусева Н. Н., Ретивая Т. В., Кундзиня Б. А. Красная и инфракрасная спектральная классификация М-звезд по низкодисперсным спектрам в Лебеде IV. Бюлл. Абастум. астрофиз. obs. 1962, № 28, 137.
3. Morgan W. W., Strömgen Bengt., Johnson Hugh M. A description of Certain Galactic Nebulosities. *Aph J.* 1955, 121, 611.

ОБЛАСТЬ CYG LOOP В КРАСНЫХ И ТЕМНО-КРАСНЫХ ЛУЧАХ

М. В. ДОЛИДЗЕ

В ноябре 1962 г. нами были получены спектральные снимки области Cug loop в участке спектра $\lambda\lambda$ 6000—7000 Å. Распространение спектральных обзрений в лучах H_α на темно-красные лучи предоставляет новые возможности для изучения туманностей и звезд. Мы приведем здесь результаты обработки этих снимков. Данные для них представлены в таблице 1 (применялась 8°-ая призма).

Таблица 1

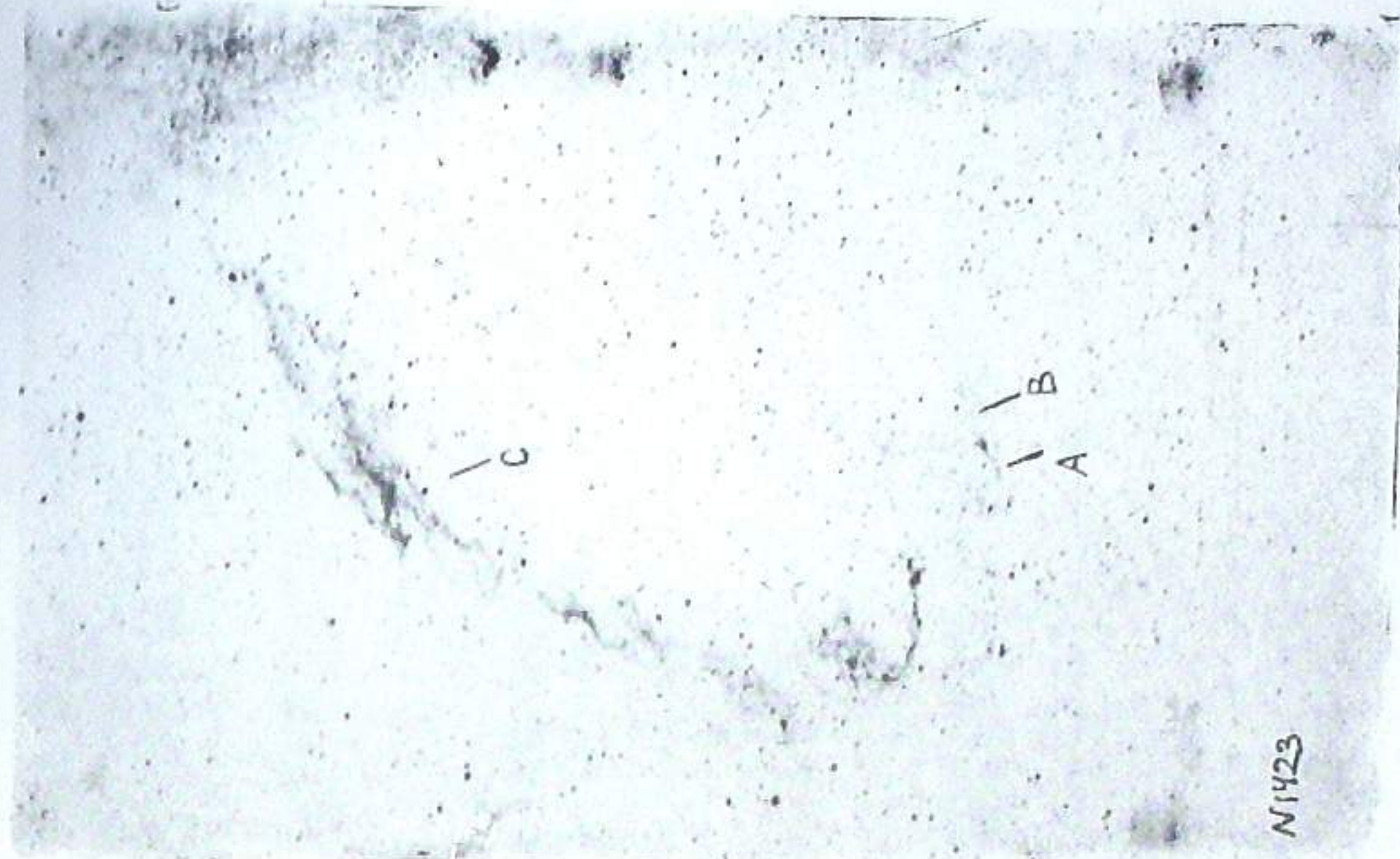
N снимков	Дата наблюдений	Координаты центра снимков		Эмульсия и фильтр	Время выдержки в минутах
		α 1900	δ 1900		
3187	23—24.11.1962	20 ^h 44 ^m	+29°47'	Λ -700+Кс-10	105
3222	29—30.11.1962	20 53	+29 47	Λ -700+Кс-10	103

Наличие участка $\lambda\lambda$ 6700—7000 Å, в отличие от прежних наших снимков (Кодак ОаЕ+КСЮ, $\lambda\lambda$ 6000—6700 Å), предоставляет возможность не только выявления и двумерной классификации слабых (до $m_{pk} = 17^m$) красных звезд, но также получения спектра волокнистой туманности в лучах $H_\alpha+[NII]$ и $[SII]$. На фото 1 а, б мы приводим репродукцию области NGC 6992—95 со снимков № 3222 и № 1423 (прямой снимок в лучах H_α). Видно, что на № 3222 каждое волокно раздвоено диспергирующей средой на свои изображения в лучах $H_\alpha+[NII]$ и $[SII]$. Внимательное рассмотрение показывает, что соотношение их интенсивностей не остается одинаковым для всей туманности. Например, в NGC 6992—95 (и 6960), в участках, обозначенных на репродукции стрелками, изображения волокон интенсивнее в лучах $H_\alpha+[NII]$, чем в лучах $[SII]$, в других же случаях относительные интенсивности почти одинаковы. Известно, что изменение соотношения интенсивностей водородных и запрещенных линий вдоль волокна может указывать на ударный механизм свечения волокон туманности [1, 2]. В данном случае, как и в [3] картина усложняется блендированием H_α линиями $[NII]\lambda 6548-84$, изменение интенсивности которых тоже возможно. Яркости туманности в лучах $H_\alpha+[NII]$, N_1+N_2 и $\lambda 3727$ неодинаковы. По нашим данным (фото 1а, б) в точках А, В, С, изображения в лучах $H_\alpha+[NII]$ явно ярче, чем в лучах $[SII]$, причем, например, на протяжении волокна, А и В соотношение не остается постоянным. Преимущество спектральных снимков, полученных в узких участках спектра, где расположены две-три линии

излучения (участок можно сузить до $\lambda\lambda$ 6400—7000), заключается в возможности быстрого обозрения всей туманности с целью выявления изменения соотношения интенсивностей водородных и запрещенных линий. Поэтому в дальнейшем мы предполагаем получить спектры тонковолокнистых туманностей в других участках спектра, например, в лучах H_α и N_1, N_2 [ОЦ]. Целесообразно также использовать инфракрасные участки спектра.

Поиски слабых горячих звезд ранних спектральных классов для данной области неба остаются одной из важных задач, поэтому мы решили провести такой поиск, используя одну из возможностей, предоставляемых данными снимками. А именно, в данном участке спектра покрасневшие ранние звезды должны выделяться наличием линий поглощения H_α и интенсивным красным концом ($\lambda\lambda$ 6800—7000) спектра. Подобные спектры нами не были выявлены. Что касается звезд других спектральных классов или звезд с H_α в эмиссии, явной связи не было обнаружено. По нашим H_α -снимкам [4] были выявлены несколько слабых H_α -эмиссионных звезд со слабой яркой H_α -линией в туманностях, малых размеров S 230 и α , $\delta(1900) = 20^h 51^m, 5; +29^\circ 55'$. Как сообщалось [4] связанные с эмиссионными волокнами H_α -эмиссионные звезды не были выявлены. По нашим новым снимкам № 3222 и № 3187 выявление слабых H_α -эмиссионных звезд труднее. По ним в области была выявлена одна относительно яркая звезда с яркой H_α -линией: α , $\delta(1900) = 20^h 57^m, 0; +30^\circ 50'$. На фото II звезда обозначена греческой буквой α . По нашим и литературным данным, тонковолокнистые туманности, например, S 147 [5] также, как подобные им периферийные туманности, например, в $Cygnus$ IV [6] могут быть связаны не только со звездами с H_α в эмиссии, но также со звездами S, C и M . Поэтому поиски слабых M, C, S звезд в области $Cygnus$ loop являются одной из задач изучения туманности.

По литературным данным, в области расположена одна яркая звезда класса S : BV *Vul* (звезда обозначена на фото II). По Дирнборнскому каталогу в области расположены 41 относительно ярких звезд типа M и две звезды спектрального класса C (V 569 *Cygnus* и *Lee* 223). Из них часть звезд (звезды HD и V 569 *Cygnus*) на наших снимках передержаны. 15 DO звезд мы не смогли отождествить. Остальные DO звезды были классифицированы. Данные классификации приведены в таблице 2, где в столбце 6 даны номера рассматриваемых звезд по DO . В области нами не были выявлены слабые C и S -звезды. Но число M -звезд довольно велико. В таблице 2 приводим результаты двумерной спектральной классификации всех выявленных в области $Cygnus$ loop M -звезд. Гиганты выделялись по наличию полосы поглощения $\lambda 6700\text{\AA}$. Спектральный класс оценивался по интенсивности полосы поглощения $\lambda 6159\text{\AA}$.



B

Фото I

A

Таблица 2

№ п/п.	α_{1900}	δ_{1900}	С п е к т р		№ DO	№ фото
			№ 3222	№ 3187		
1	20 ^h 31 ^m .3	+29° 21'		gM		3
2	31.3	29 39		gMc		3
3	31.6	28 53		gMc		3
4	31.9	29 05		gMc		3
5	31.9	30 08		dMb		3
6	32.0	29 43		gMb		3
7	32.0	28 40		gMc		3
8	32.1	29 17		gMo		3
9	32.2	29 43		dMb		3
10	32.5	30 37		dMa		3
11	32.5	28 56		dMa		3
12	32.7	30 23		dMb		3
13	32.9	30 11		gMd		3
14	33.0	28 12		dMb		3
15	33.1	30 54		gMc		3
16	33.3	29 59		dMa		3
17	33.3	31 08		dMd		3
18	33.4	29 52		gMb		3
19	33.6	30 33		dMb	19197	3
20	33.7	29 19		gMc		3
21	33.8	30 54		gMd		3
22	33.8	31 08		dMd		3
23	34.0	28 04		dMb		3
24	34.0	29 34		dMc		3
25	34.5	29 06		gMc		3
26	34.5	27 56		dMb		3
27	34.7	29 04		dMa		3
28	34.8	28 59		gMd		3
29	34.9	28 15		dMa		3
30	35.0	31 21		dMc		3
31	35.0	30 28		gMc		3
32	35.1	29 49		gMb	19231	3
33	35.2	28 49		dMc		3
34	35.3	28 01		dMc		3
35	35.4	29 01		dMb		3
36	35.4	29 01		dMa		3
37	35.4	30 04		gMc		3
38	35.5	27 43		dMb		3
39	35.6	29 11		dMb		3
40	35.6	29 11		dMb		3
41	35.6	27 54		dMa		3
42	35.7	28 37		dMc		3
43	35.7	27 40		dMa		3
44	35.8	31 22		gMc		3
45	35.9	30 28		gMb		3
46	35.9	29 43		dMa	19242	3
47	36.2	27 40		gMd		3
48	36.2	28 35		dMc		3
49	36.3	29 45		dMb		3
50	36.4	29 35		dMc		3
51	36.5	29 31		dMa		3
52	36.7	29 56		gMc		3
53	36.7	31 28		gMc		3
54	36.7	29 22		dMb		3
55	36.8	29 11		dMa		3
56	36.8	30 33		dMc		3
57	36.9	29 40		dMc		3
58	37.0	29 31		dMb		3
59	37.0	28 49		gMc		3

Продолжение таблицы 2

№ п/п.	α_{1900}	δ_{1900}	С п е к т р		№ DO	№ фото
			№ 3222	№ 3187		
60	20 ^h 37 ^m .2	+28°19'		dMb		3
61	37.2	30 11		dMb		3
62	37.3	30 50		gMc		3
63	37.4	30 52		dMc		3
64	37.4	28 49		gMc		3
65	37.4	27 39		gMc		3
66	37.5	27 33		gMd	19266	3
67	37.5	29 08		gMc		3
68	37.5	29 31		dMa		3
69	37.5	30 02		dMa		3
70	37.6	30 52		dMb		3
71	37.6	30 00		dMa		3
72	37.6	28 35		dMc		3
73	37.7	28 01		dMc		3
74	37.7	31 16		dMa		3
75	37.8	30 17		dMa		3
76	37.8	27 37		gMc		3
77	37.9	27 55		gMc		3
78	38.0	28 31		gMc		3
79	38.1	28 45		dMb		3
80	38.2	29 53		gMd		3
81	38.2	29 04		gMd		3
82	38.3	27 42		dMa		3
83	38.4	30 35		gMc		3
84	38.4	30 07		dMc	19383	3
85	38.4	29 43		dMa		3
86	38.5	28 26		dMa		3
87	38.6	31 19		gMd		3
88	38.6	31 07		gMd		3
89	38.6	28 50		gMc		3
90	38.6	28 29		gMc		3
91	38.7	30 26		gMc		3
92	38.7	29 49		gMd		3
93	38.7	27 39		gMc		3
94	38.7	27 40		gMd		3
95	38.8	28 08		dMa		3
96	38.8	30 50		gMd		3
97	38.9	30 42		dMb		3
98	38.9	29 26		gMc		3
99	39.0	28 11		gMc		3
100	39.0	30 35		dMc		3
101	39.2	29 24		dMa		3
102	39.2	29 23		gMd		3
103	39.3	27 46		dMb		3
104	39.3	28 50		dMb		3
105	39.3	30 52		dMa		3
106	39.4	28 37		dMa		3
107	39.4	27 37		dMb		3
108	39.5	30 20		dMa		3
109	39.8	28 51	dMb	dMb		2,3
110	39.9	27 58		dMb		3
111	39.9	27 37		dMb		3
112	40.1	28 50	dMb	dMa		2,3
113	40.2	27 37		dMb		3
114	40.3	30 10		gMc		2,3
115	40.3	27 27		dMa		3
116	40.3	29 41	dMb	dMa		2,3
117	40.3	29 55	dMb	dMb		2,3
118	40.4	29 18	dMb	dMb		2,3

Продолжение таблицы 2

№ п/п.	α_{1900}	δ_{1900}	С п е к т р		№ DO	№ фото
			№ 3222	№ 3187		
119	20 ^h 40 ^m .4	+28°07'		dMa		3
120	40.5	27 26		dMc		3
121	40.5	27 27		dMa		3
122	40.5	30 19	gMd	dMa		2,3
123	40.6	31 24		dMa		3
124	40.6	30 10	dMb	dMb-c		2,3
125	40.7	28 46	gMc	gMc		2,3
126	40.8	29 32	dMa	dMa		2,3
127	40.9	31 45		gMc		3
128	40.9	28 50	dMc	dMa		2,3
129	40.9	27 39		dMb		3
130	41.0	31 12		dMb		3
131	41.1	31 00		dMa		3
132	41.3	31 07		gMd		3
133	41.3	28 59	gMc	gMc		2,3
134	41.4	29 36	dMc	dMb		2,3
135	41.4	28 09	dMc	dMb		2,3
136	41.5	27 35		dMc		3
137	41.5	27 58		dMc		3
138	41.5	31 39		dMc		3
139	41.6	30 37	gMc	gMd		2,3
140	41.6	30 00	dMb	dMb		2,3
141	41.6	29 53	dMc	dMc		2,3
142	41.7	27 18		dMb-c		3
143	41.7	30 35	gMd	gMd	19475	2,3
144	41.7	29 38	gMc	gMc		2,3
145	41.8	27 44		dMa		3
146	41.9	27 27		dMa		3
147	42.0	27 44		dMb		3
148	42.0	31 19		gMc		3
149	42.0	31 10		dMa		3
150	42.1	28 58	dMc	dMc		2,3
151	42.1	27 22		dMb		3
152	42.2	29 00	gMd	gMd	19506	2,3
153	42.2	29 45	gMc	gMc		2,3
154	42.2	30 28	dMc-d	dMc-d		2,3
155	42.2	29 58	dMa	dMb		2,3
156	42.3	30 56	dMa	dMa		2,3
157	42.3	30 50	gMc	gMc		2,3
158	42.3	28 14	gMc	gMc		2,3
159	42.4	28 37	gMd	gMd		2,3
160	42.5	29 53	gMc	gMc		2,3
161	42.6	27 28		gMb		3
162	42.7	31 18		gMd		3
163	42.7	28 34	dMc	dMb		2,3
164	42.8	28 40	dMc	dMb		2,3
165	42.9	30 33	dMc	dMb-c		2,3
166	43.0	30 08	dMb	dMb		2,3
167	43.0	30 56	dMb	dMb-c		2,3
168	43.1	29 51	gMc	gwd		2,3
169	43.2	27 45	gMd	gMc		2,3
170	43.2	30 24	dMb	dMb		2,3
171	43.4	31 14	gMd	gMd		2,3
172	43.5	27 34		dMa		3
173	43.5	28 32	dMc	dMc		2,3
174	43.7	29 13	dMc	dMc		2,3
175	43.7	27 43	dMc	dMb		2,3
176	43.8	28 40	gMc	gMc		2,3
177	45.8	28 15	dMd	dMa		2,3

Продолжение таблицы 2

№ п/п.	α_{1900}	δ_{1900}	С п е к т р		№ DO	№ фото
			№ 3222	№ 3187		
178	20 ^h 43. ^m 9	+31 ^o 26'	dMa	dMa	19542	2,3
179	43.9	28 08	dMa	dMa		2,3
180	43.9	27 49	dMc	dMb	19555	2,3
181	44.0	29 19	dMb	dMb		2,3
182	44.0	28 52	gMd	gMd	2,3	
183	44.0	31 02	dMa	dMa	2,3	
184	44.1	31 38		dMb	3	
185	44.2	31 19		dMb	2,3	
186	44.2	28 52	dMc	dMc	2,3	
187	44.1	28 22	dMb	dMb	2,3	
188	44.2	27 47	gMd	gMc	2,3	
189	44.3	30 50	dMb	dMb	2,3	
190	44.4	30 58	dMc	dMc	2,3	
191	44.4	30 28	gMd	gMd	2,3	
192	44.4	30 20	dMc	dMb-c	2,3	
193	44.4	30 11	gMd	gMd	2,3	
194	44.4	28 31	gMd		2,3	
195	44.7	27 29	dMb	dMb	2,3	
196	44.7	28 55	dMb	dMb	2,3	
197	44.7	31 24	gMd	gMd	2,3	
198	44.8	31 23	dMa	dMa	2,3	
199	45.0	27 54	dMc	dMc	2,3	
200	45.1	28 23	gMc	gMc	2,3	
201	45.1	29 47	dMb	dMb	2,3	
202	45.2	30 27	dMb	dMa	2,3	
203	45.3	29 22	gMd	gMd	2,3	
204	45.4	27 55	gMc	gMb	2,3	
205	45.4	28 56	dMb	dMb	2,3	
206	45.5	30 58	gMd	gMd	2,3	
207	45.5	28 45	dMc :	dMc :	2,3	
208	45.6	28 29	dMc	dMc	2,3	
209	45.6	31 10	dMc	dMc	2,3	
210	45.6	30 31	dMb	dMb	2,3	
211	45.7	27 37	dMa	dMa	2,3	
212	45.7	30 08	dMa :	dMa :	2,3	
213	45.8	28 08	dMc	dMc	2,3	
214	45.8	31 13	gMd	gMd	2,3	
215	45.9	29 38	gMd	gMd	2,3	
216	45.9	28 15	gMc :	dMc	2,3	
217	45.9	28 27	dMa	dMb	2,3	
218	46.0	28 06	dMc	dMc	2,3	
219	46.0	29 10	gMd	gMd	2,3	
220	46.0	31 33	dMb	dMa	2,3	
221	46.1	29 28	dMa :	dMa :	2,3	
222	46.1	29 06	dMb	dMb	2,3	
223	46.1	27 20	dMc		2,3	
224	46.2	28 47	dMb	dMb	2,3	
225	46.3	31 11	dMb	dMb	2,3	
226	46.4	31 33	dMc	dMb	2,3	
227	46.4	31 45	dMc	dMb	2,3	
228	46.6	29 33	dMa :	dMa :	2,3	
229	46.7	30 52	dMb	dMb	2,3	
230	46.7	30 54	gMd	gMd	2,3	
231	48.8	29 22	dMa	dMa	2,3	
232	46.8	31 08	dMc	dMc	2,3	
233	47.0	28 29	dMa	dMa	2,3	
234	47.0	31 05	gMc	gMc	2,3	
235	47.0	29 27	gMc	gMc	2,3	
236	47.0	29 11	dMb	dMb	2,3	

Продолжение таблицы 2

№ п/п.	α_{1900}	δ_{1900}	С п е к т р		№ DO	№ фото
			№ 3222	№ 3187		
237	20 ^h 47. ^m 1	+30 ^o 38'	dMb	dMb	19568	2,3
238	47.1	31 18	gMd	gMd		2,3
239	47.2	30 50	dMb	gMd	2,3	
240	47.2	31 42	gMc		2,3	
241	47.3	27 42	gMd	gMd	2,3	
242	47.3	31 00	gMd	dMc	2,3	
243	47.4	29 32	gMc	gMc	2,3	
244	47.5	29 56	dMb	dMa	2,3	
245	47.5	27 40	gMc	gMc	2,3	
246	47.6	29 23	dMa	dMb	0,3	
247	47.6	28 41	gMd	gMc	2,3	
248	47.6	30 50	dMc	dMb	2,3	
249	47.9	30 04	dMc	dMc	2,3	
250	48.0	28 51	dMa	dMb	2,3	
251	48.0	30 36	dMa	dMa	2,3	
252	48.0	31 01	gMc	gMc	2,3	
253	48.1	31 20	dMb	dMa	2,3	
254	48.1	27 34	dMa :		2,3	
255	48.2	30 50	gMd	gMd	2,3	
256	48.3	28 29	dMb	dMbc	2,3	
257	48.6	29 13	dMc	dMc	19671	2,3
258	48.6	29 18	dMc	dMc	2,3	
259	48.6	29 23	gMc	gMc	2,3	
260	48.7	29 50	dMb	dMb	2,3	
261	48.7	30 02	dMb	dMb	2,3	
262	48.7	29 24	dMc	dMc	2,3	
263	48.8	30 13	dMa	dMa	2,3	
264	48.8	30 47	dMc	dMc	2,3	
265	48.9	30 28	dMb	dMb	2,3	
266	48.9	27 47	dMb		2	
267	49.0	31 33	dMb		2,3	
268	49.1	29 18	dMa	dMa :	2,3	
269	49.1	30 05	dMa :	dMb	2,3	
270	49.1	29 56	dMb	dMb	2	
271	49.3	31 16	dMc	dMb	19700	2,3
272	49.4	27 36	dMa		2	
273	49.4	27 49	dMb		2,3	
274	49.5	28 15	gMc	gMc	2,3	
275	49.5	30 24	dMb	dMb	2,3	
276	49.6	30 52	gMd	gMd	2,3	
277	49.7	28 13	gMc	gMc	2,3	
278	49.8	31 22	gMc		2	
279	49.9	31 36	gMc :		2,3	
280	50.1	31 10	dMc		2,3	
281	50.2	31 45	dMa		2	
282	50.2	29 18	dMb	dMb	2,3	
283	50.2	28 43	dMb	dMb	2	
284	50.2	28 25	dMc		2	
285	50.2	27 42	dMc		2	
286	50.3	31 29	dMa		2	
287	50.3	30 56	dMc		2,3	
288	50.3	28 19	dMb	dMa	2,3	
289	50.3	30 54	dMc	dMc	2,3	
290	50.4	29 36	dMa	dMa	2,3	
291	50.5	31 02	dMb	dMb	2,3	
292	50.6	31 02	dMa	dMa	2	
293	50.6	31 19	dMc		2	
294	50.6	30 50	dMb	dMb	2,3	
295	50.7	31 36	gMc		2	

Продолжение таблицы 2

№ п/п.	α_{1900}	δ_{1900}	С п е к т р		№ DO	№ фото
			№ 3222	№ 3187		
296	29 ^h 50. ^m 7	+27°34'		dMa		2
297	50.7	31 00	dMb	dMb		2,3
298	50.8	27 47	ggMd			2
299	50.8	30 24	ggMd	gMd		2,3
300	50.9	29 59	ggMd	gMd		2,3
301	50.9	28 17	dMc	dMc		2,3
302	51.1	31 33	gMc			2
303	51.1	27 38	gMc			2
304	51.2	29 47	dMb	dMb		2,3
305	51.2	30 23	gMd	gMd		2,3
306	51.3	31 23	dMc			2
307	51.3	30 08	gMc	gMc		2,3
308	51.4	29 18	dMc	dMb-c		2,3
309	51.5	29 20	dMb	dMb		2,3
310	51.6	30 28	gMc	gMc		2,3
311	51.6	27 28	gMc		19806	2
312	51.7	29 19	dMb	dMb-c		2,3
313	51.8	31 50	dMc			2
314	51.8	31 33	dMb			2
315	51.8	31 51	gMc			2
316	51.8	29 27	dMa	dMa		2,3
317	51.9	30 02	gMb	gMb		2,3
318	52.0	30 54	dMb-c:			2
319	52.0	28 20	gMc			2
320	52.0	27 58	dMb			2
321	52.1	31 33	dMa			2
322	52.1	31 08	dMc			2
323	52.3	30 24	dMa	dMa		2,3
324	52.3	28 56	gMc			2
325	52.3	31 09	gMc		19809	2
326	52.3	31 38	dMb			2
327	52.4	31 47	gMc			2
328	52.4	29 00	gMb			2
329	52.5	30 54	gMc		19816	2
330	52.6	29 28	dMa	dMa		2,3
331	52.6	31 20	gMc:			2
332	52.8	28 36	dMc			2
333	52.9	30 25	dMb			2
334	53.0	30 36	dMa			2
335	53.2	27 32	dMc			2
336	53.4	30 40	dMc			2
337	53.5	27 19	dMc			2
338	53.6	29 43	gMc			2
339	53.6	29 14	dMa			2
340	53.7	29 25	gMc			2
341	53.7	30 10	dMb			2
342	53.9	29 28	dMb			2
343	53.9	29 54	gMd			2
344	54.0	31 24	gMc			2
345	54.0	30 32	gMd		19837	2
346	54.0	29 20	gMc			2
347	54.0	29 19	gMc			2
348	54.1	31 27	gMd		19856	2
349	54.3	30 42	gMc			2
350	54.3	30 15	gMc			2
351	54.3	30 00	gMb			2
352	54.3	28 10	dMb			2
353	54.3	27 28	dMb			2
354	54.4	28 06	dMa		19879	2

Продолжение таблицы 2

№ п/п.	α_{1900}	δ_{1900}	С п е к т р		№ DO	№ фото
			№ 3222	№ 3187		
355	20 ^h 54. ^m 5	+30°11'		gMc		2
356	54.6	30 42		gMd		2
357	54.7	30 00		gMc		2
358	54.8	28 13		gMd		2
359	54.8	28 10		gMc		2
360	54.9	27 27		dMd		2
361	55.3	30 18		dMb		2
362	55.5	30 18		dMa		2
363	55.7	30 54		gMc		2
364	55.8	27 56		dMa		2
365	56.0	28 25		dMb		2
366	56.0	28 58		dMb		2
367	56.0	29 33		dMc		2
368	56.2	30 10		dMa		2
369	56.2	30 50		dMb		2
370	56.2	28 20		dMb		2
371	56.2	29 29		gMc		2
372	56.4	29 19		dMa:	19934	2
373	56.4	30 34		dMb		2
374	56.5	29 05		dMa		2
375	56.5	29 09		dMa		2
376	56.6	29 42		gMc		2
377	56.6	29 50		gMd		2
378	56.8	29 03		dMc		2
379	56.8	30 01		dMb		2
380	57.0	29 42		dMa		2
381	57.0	27 42		dMb		2
382	57.1	28 17		dMa		2
383	57.1	28 18		gMc	19947	2
384	57.1	28 40		dMa		2
385	57.2	29 11		dMa:		2
386	57.3	27 51		dMc	19949	2
387	57.4	28 49		dMb		2
388	57.5	30 50		dMa		2
389	57.7	29 04		gMc		2
390	58.1	28 27		dMa		2
391	58.2	29 38		dMb		2
392	58.2	30 28		gMc		2
393	58.2	30 29		dMb		2
394	58.3	29 59		dMc		2
395	58.4	30 29		dMc		2
396	58.4	31 06		dMa		2
397	58.4	29 29		dMc		2
398	58.5	29 06		dMb		2
399	58.6	29 12		dMc:		2
400	58.8	28 08		gMc		2
401	59.0	30 31		dMc		2
402	59.2	29 33		gMd		2
403	59.3	29 41		dMd		2
404	59.3	29 29		dMb-c:	20117	2
405	59.5	29 05		gMc		2
406	59.6	30 10		gMc		2
407	59.7	30 38		dMb		2
408	59.8	30 09		gMd		2
409	59.8	29 14		dMb		2
410	09.0	29 15		dMb		2
411	00.4	29 47		dMa		2
412	00.6	29 14		dMb	20149	2

Для наглядности на рис. 1 приводим микрофотограммы для трех звезд спектрального класса dMd , gMc и gMc .

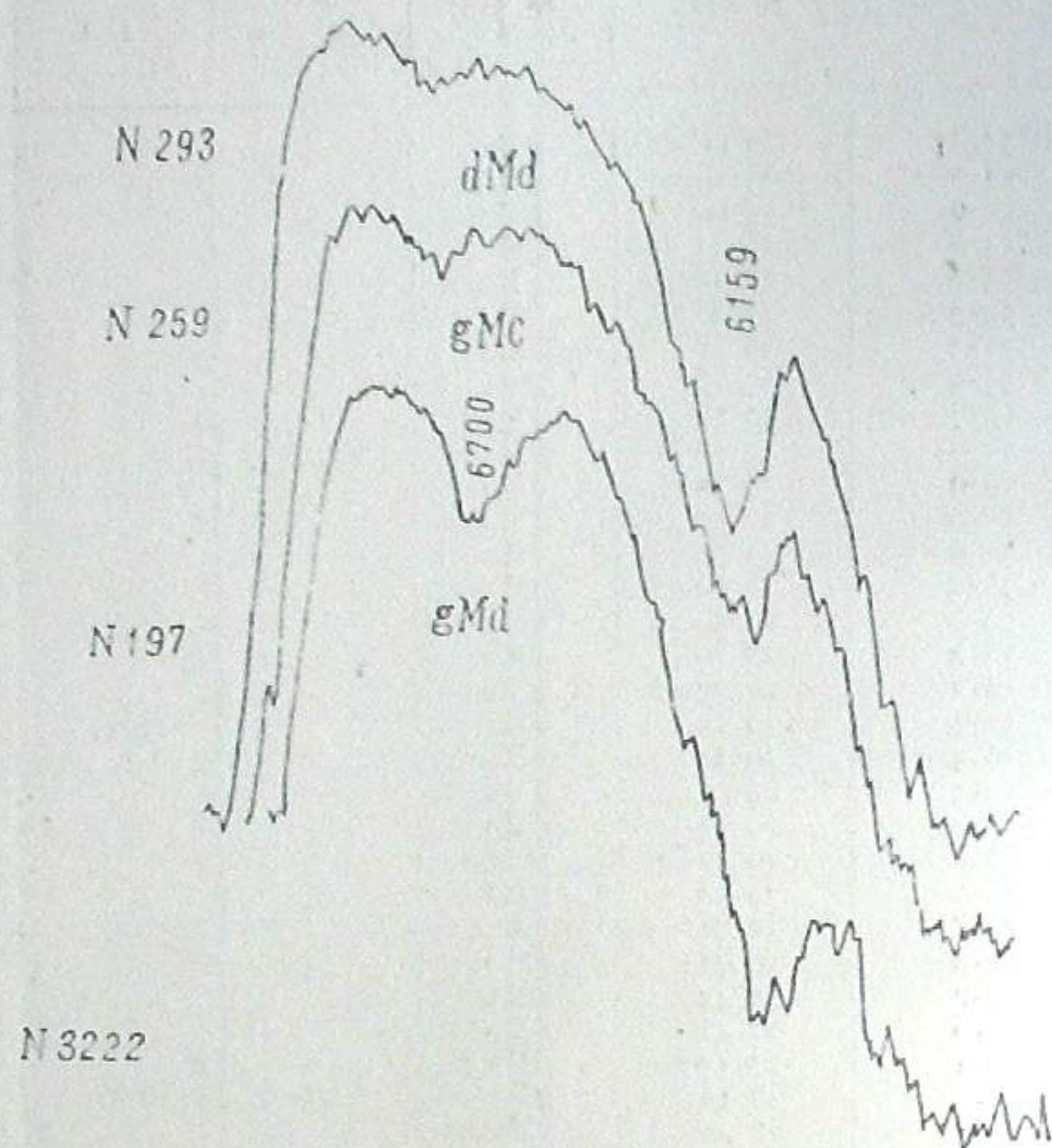
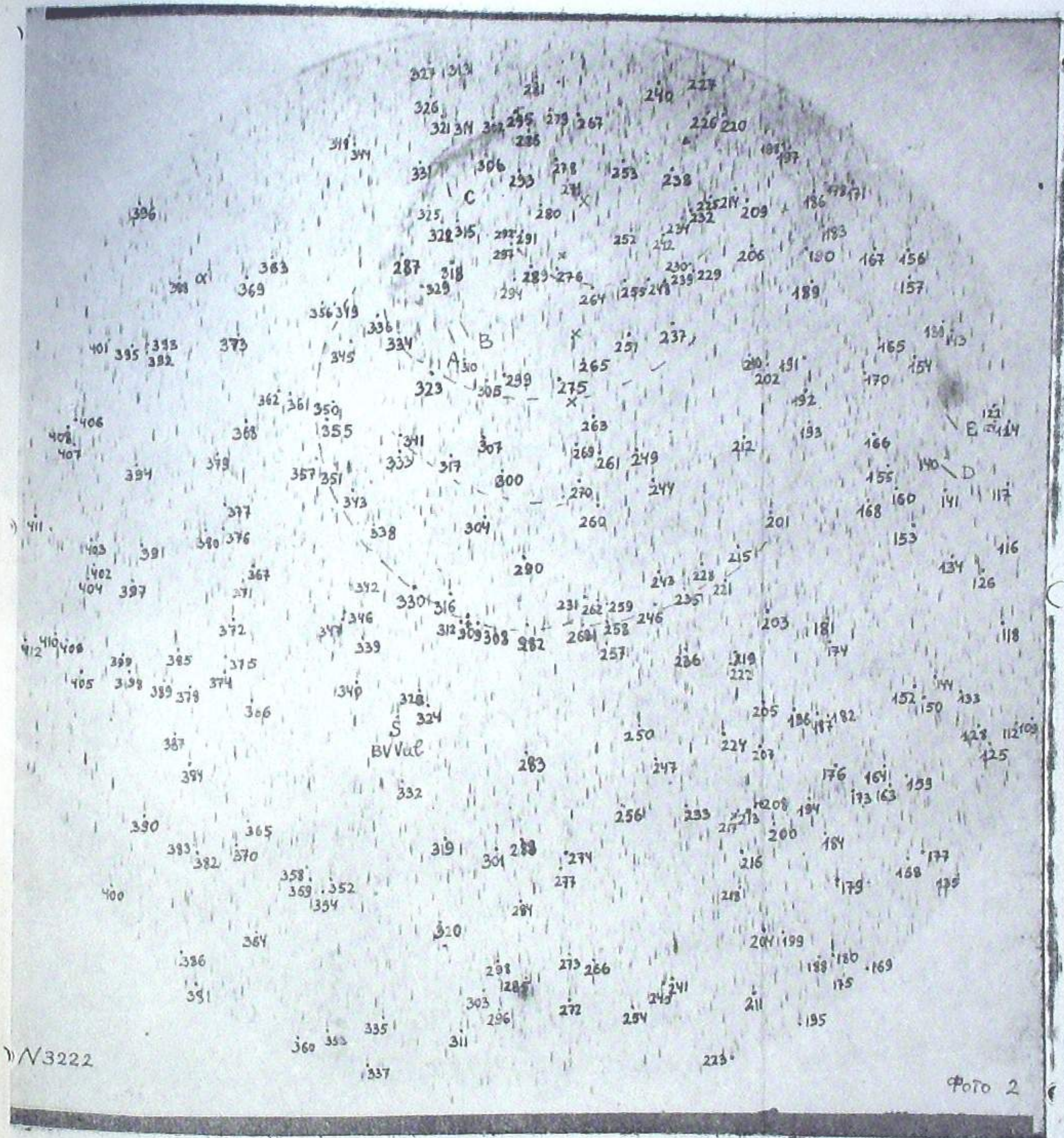


Рис. 1

В таблице 2 даны также приближенные значения координат M -звезд, которые были вычислены И. И. Леквишвили по координатным сеткам звездных карт Франклина-Адамса. Соответственно порядковому номеру, звезды обозначены на репродукциях со снимков № 3222 и № 3187 (фото II и III).

Так как снимки перекрывают друг друга, часть звезд обозначена на двух фото. Опыт проделанной классификации показывает, что главным источником ошибок классификации могут быть следующие случаи. 1) В передержанных спектрах полоса TiO $\lambda 6159$ может казаться сильнее, вследствие чего спектры могут быть ошибочны на один подкласс. Это касается звезд Ma , Mb , Mc . 2). В случае недодержанных спектров видны красные концы звезд Mc и Md и классификация затруднена. 3). Вследствие большой чувствительности эмульсии в лучах $\lambda 6800-7000\text{Å}$, в случае наложения красного конца спектра на синий конец соседней звезды, спектр последней приобретает вид звезды спектрального класса M .

Все эти ошибки могут быть учтены при тщательной работе или при сопоставлении снимков, полученных в красных лучах или с другой выдержкой, что нами и было проделано.



Рассмотрение фото II и III показывает, что в видимом распределении *M*-звезд (и звезд *gM*) особенностей нет. Некоторые *M*-звезды расположены там, где проходят яркие эмиссионные волокна NGC 6992 — 95, S 222, 228, NGC 6960, но говорить о взаимосвязи с волокнами без дополнительных данных невозможно. Правда, если присмотреться, то можно увидеть, что звезды *M* образуют три-четыре дуги — неполные окружности, центры которых мы обозначили на фото II. Части окружностей указаны пунктиром, причем, центр радиосточника расположен на продолжении линии, соединяющей центры окружностей, около звезды № 246. Наличие особенностей в видимом распределении *M*-звезд делает интересным и тот факт, что 4 звезды *C*, *S* и эмиссионная, расположены по окружности, охватывающей почти всю туманность. Центр этой окружности около $\alpha, \delta(1900) = 20^{\text{h}}46^{\text{m}}; +30^{\circ}20'$. В западной части области, западнее NGC 6960 имеется темная туманность. По нашим снимкам различия в числе *M* звезд не наблюдается.

Рассмотрение фото III показывает, что в области имеется видимая группировка звезд, включающая в себе три звезды спектрального класса *M*. На фото III положение видимой группировки обозначено.

Таким образом, отсутствует явная связь тонковолокнистой туманности с относительно слабыми эмиссионными и *C*, *S* — звездами. По линиям [S II], также как и по другим изученным ранее запрещенным линиям, механизм свечения волокон неодинаков для всей туманности.

Звезда — возможный источник свечения туманности — в красных лучах не выявлена.

На основе сопоставления радио и оптических данных предполагалось, что Cyg loop может быть ранней стадией развития системы Orion loop и, что Cyg loop, Ori loop и S 147 в некотором отношении подобны [1]. Возможно, что именно этим обстоятельством объясняется отсутствие явной связи Cyg loop с определенным типом относительно ярких звезд.

Январь, 1963.

Сტატიაში მოყვანილია 412 *M*-ვარსკვლავის ორგანზომილებიანი სპექტრული კლასიფიკაციის შედეგები Cyg loop-ის უბანში.

გამოვლენილია ბოქვების შეფარდებითი ინტენსივობის ცვლილება ნისლეულის სხვადასხვა ნაწილში $H\alpha + [NII]$ და [SII] სხივებში.

სტატიაში მოყვანილია 412 *M*-ვარსკვლავის ორგანზომილებიანი სპექტრული კლასიფიკაციის შედეგები Cyg loop-ის უბანში.

გამოვლენილია ბოქვების შეფარდებითი ინტენსივობის ცვლილება ნისლეულის სხვადასხვა ნაწილში $H\alpha + [NII]$ და [SII] სხივებში.

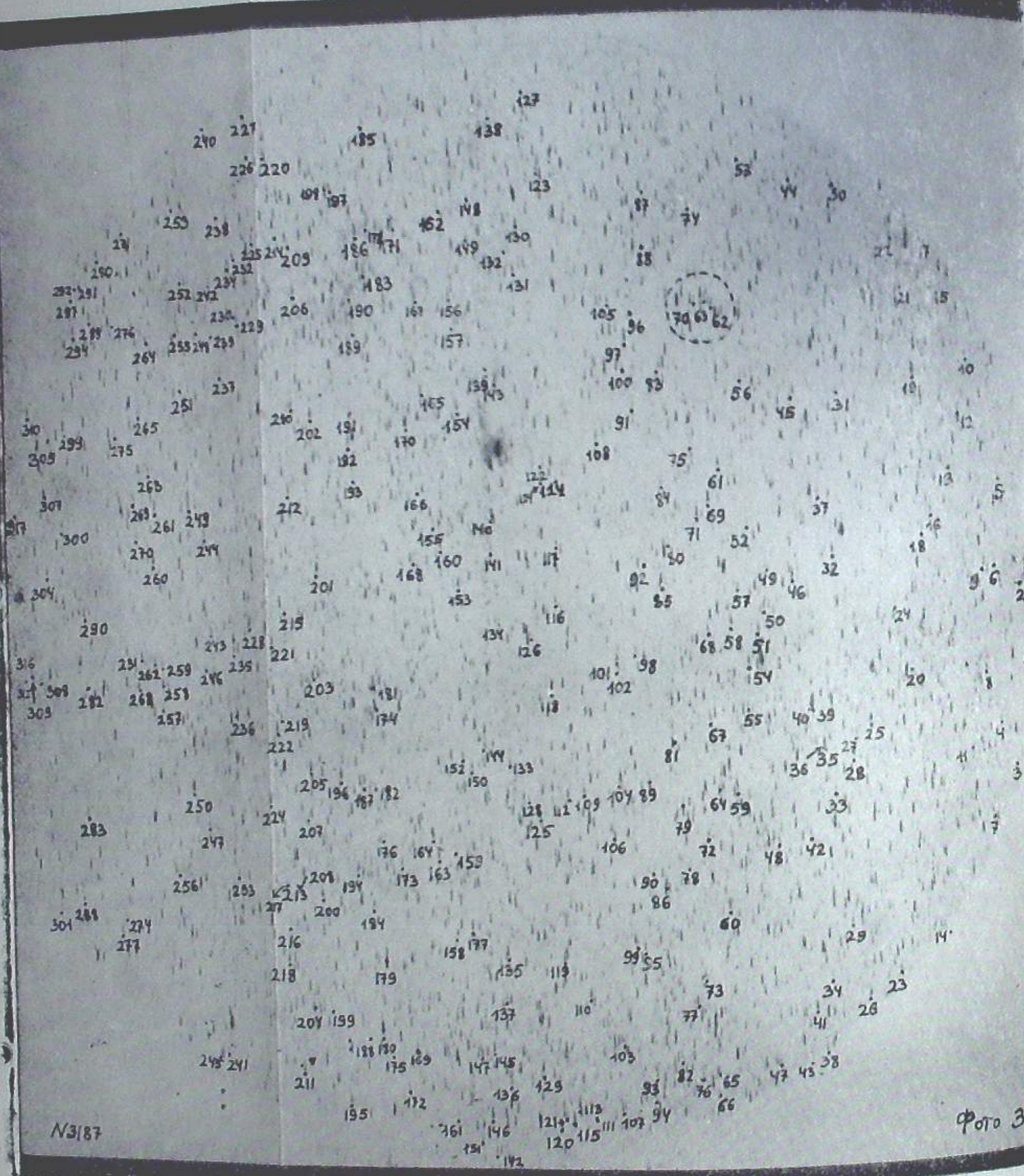
CYG LOOP REGION IN RED AND DEEP-RED LIGHT

M. V. DOLIDZE

(Summary)

The results of two-dimensional spectral classification of 412 *M*-stars in Cyg loop region are given.

Change of relative intensity of filaments in various regions of nebula in $H\alpha + [NII]$ and [SII] rays is revealed.



N3187

ფოტო 3

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Minkowski R. Cygnus loop and Some Related Nebulosities. Rev. of Modern Phys. 1958, 30, 1048—1052.
2. Miyamoto S. Collisional Emission Spectra of Cosmic Clouds. Zs. f. Aph. 1956, 38, 245—258.
3. Chamberlain, J. W. The excitation of the Network Nebulae. ApJ. 1953, 117, 399—406.
4. Дольдзе М. В. О петлеобразной туманности в Лебедь. Астрон. Цирк. АН СССР, 1959, № 203, 8.
5. Дольдзе М. В. О системе S 147. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1960, № 25, 111.
6. Дольдзе М. В. Особенности видимого распределения составляющих в периферийной системе Cyg IV—S 258, 298. Астрон. Цирк. АН СССР, 1962, № 230, 15.

О СТАТИСТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЯХ ВНЕГАЛАКТИЧЕСКИХ
 ТУМАННОСТЕЙ

Дж. Ш. ХАВТАСИ

1. Геометрические и фотометрические характеристики внегалактических туманностей. На небе внегалактическая туманность видна как более или менее правильный эллипс. (Неправильных галактик мы не будем рассматривать). Обозначим через a и b большую и малую оси этого видимого эллипса. Истинный диаметр галактики обозначим через d . Как бы ни была ориентирована галактика в пространстве, проекция её диаметра d в картинной плоскости всегда будет представляться как a , т. е. будет иметь место соотношение:

$$d = ar, \quad (1)$$

где r расстояние до галактики.

Истинную и видимую площадь галактики обозначим соответственно через S и s . Очевидно они связаны между собой равенством:

$$S = sr^2. \quad (2)$$

С другой стороны, площадь галактики, как площадь эллипса, будет:

$$S = \pi d^2(1 - \gamma), \quad (3)$$

где

$$\gamma = \frac{a - b}{a} \quad (4)$$

видимое сжатие галактики.

Между видимой интегральной величиной галактики m и её абсолютной интегральной величиной M существует соотношение:

$$M = m - 5 \log r, \quad (5)$$

где r выражено в 10 парсеках.

Интегральная яркость галактики:

$$I = iS, \quad (6)$$

где i яркость единичной площади галактики. Используя (3), получим:

$$I = \pi i d^2(1 - \gamma). \quad (7)$$

Если перейдем к звездным величинам, получим:

$$M + 2.5 \log S = M_0, \quad (8)$$

где

$$M_0 = -2.5 \log i \quad \text{или} \quad M + 5 \log d = c, \quad (9)$$

где

$$C = -2.5 \log [\pi i (1 - \gamma)]. \quad (10)$$

Переходя к видимым звёздным величинам, получим известное соотношение Хаббла.

$$m + 5 \log a = C. \quad (11)$$

Величина C может быть постоянной, если имеет место: $i = \text{const}$ и $\gamma = \text{const}$. В действительности этого нет и соотношение Хаббла (11) с постоянной C , если мы его рассмотрим для какой-нибудь совокупности галактик, может иметь лишь статистический смысл.

Таким образом, сопоставляя видимые характеристики внегалактических туманностей a, b, γ, s, m с истинными характеристиками d, S, M, r , мы хотим, по значениям, полученным на основе наблюдений, иметь суждение об их истинных значениях.

Переходя от одной галактики к другой (пересчитывая их), мы замечаем, что значения видимых характеристик меняются случайным образом, какой бы порядок пересчета мы не выбрали. Иными словами, видимые характеристики a, b, γ, s, m можно рассматривать, как случайные величины и, естественно, представляет интерес изучение их функций распределения.

2. Функция распределения внегалактических туманностей. Все рассмотренные выше случайные величины принимают неотрицательные значения; будем полагать, что функции распределения характеристик внегалактических туманностей непрерывные и рассмотрим плотности распределения.

Плотность распределения большой видимой оси a обозначим через $f(a)$, т. е. $f(a) da$ дает вероятность того, что большая видимая ось a наудачу взятой галактики будет заключаться в пределах $a, a + da$.

Аналогично определим и плотности распределения других характеристик:

$A(m)$ — видимой интегральной величины,

$\varphi(M)$ — абсолютной интегральной величины (функция светимости),

$g(s)$ — видимой площади,

$h(S)$ — истинной площади,

$\psi(d)$ — истинного диаметра,

$D(r)$ — функция плотности дающая вероятность того, что расстояние r наудачу взятой галактики заключается в интервале $(r, r + dr)$.

Из физических соображений очевидно, что величины d и r являются независимыми случайными величинами и на основе равенства

$$a = d \frac{1}{r}$$

можно написать зависимость между их плотностями:

$$f(a) = \int_0^{\infty} r D(r) \psi(a \cdot r) dr. \quad (12)$$

Однако, чтобы это уравнение можно было применить для объектов, изучаемых в астрономии, т. е. для объектов расположенных в конусе с телесным углом ω и осью, направленной вдоль луча зрения (рис. 1), нужно его изменить. Единичный объём конуса dv зависит от r и равен $dv = \omega r^2 dr$ и очевидно, что для учета этого эффекта селекции нужно в уравнении (12) dr заменить на dv . Так что, получим:

$$f(a) = \omega \int_0^{\infty} r^3 D(r) \psi(ar) dr. \quad (13)$$

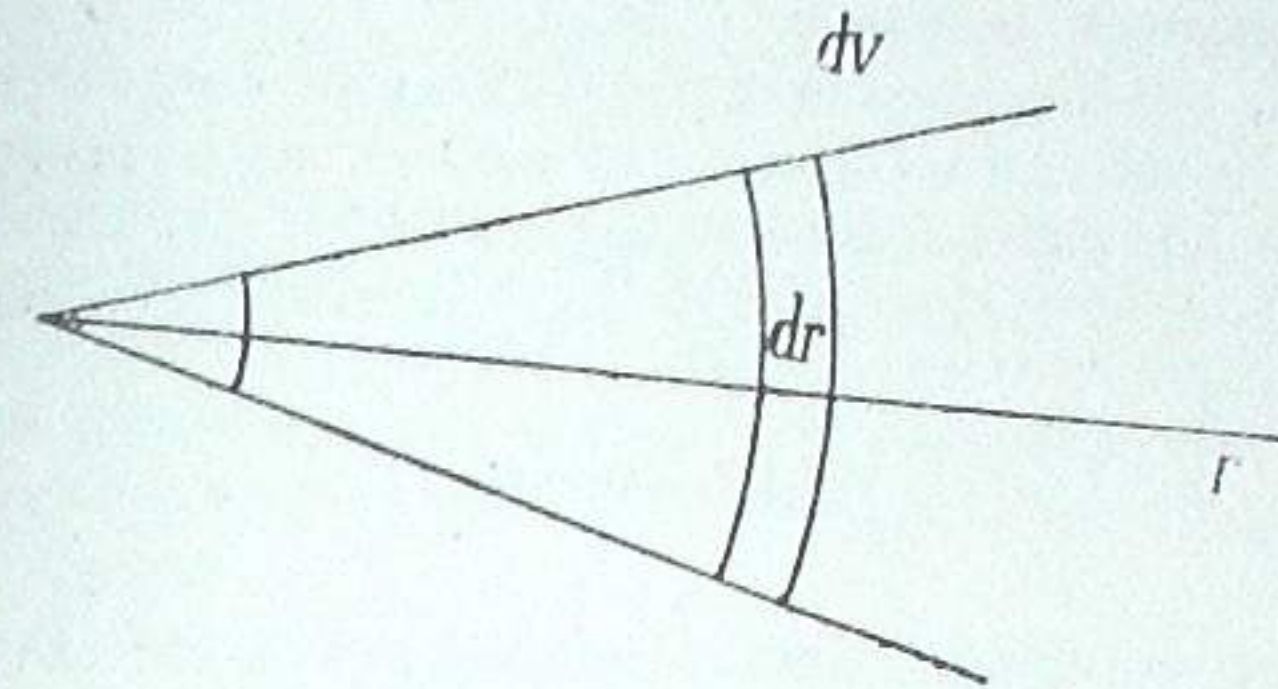


Рис. 1

Таким образом, мы получили известное интегральное уравнение Шварцшильда, которое связывает плотность распределения видимой характеристики $f(a)$ с двумя неизвестными функциями $D(r)$ и $\psi(d)$. Аналогичными рассуждениями получим другие уравнения:

$$A(m) = \omega \int_0^{\infty} r^2 D(r) \varphi(m - 5 \log r) dr, \quad (14)$$

$$g(s) = \omega \int_0^{\infty} r^2 D(r) h(sr^2) dr, \quad (15)$$

Используя правило определения плотности распределения функции по плотности распределения аргумента, из равенств (8) и (9), получим:

$$h(S) = k S^{-1} \varphi(M_0 - 2.5 \log S),$$

$$\psi(d) = 2k d^{-1} \varphi(c - 5 \log d), \quad k = 2.5 \text{ mod.}$$

Заменяя в уравнениях, (13) и (15) h и ψ на φ получим:

$$af(a) = 2k\omega \int_0^{\infty} r^3 D(r) \varphi[c - 5 \log(ar)] dr, \quad (16)$$

$$sg(h) = k\omega \int_0^{\infty} r^2 D(r) \varphi[M_0 - 2.5 \log(sr^2)] dr.$$

Таким образом, уравнения (14) и (16) связывают доступные определению из наблюдений функции $A(m)$, $g(s)$ и $f(a)$ с двумя неизвестными функциями: функции плотности $D(r)$ и функции светимости $\varphi(M)$. Решение этих уравнений известно.

Однако применение этих уравнений встречает серьезные затруднения. Во-первых, мы предположили, что $i = \text{const}$ и $\gamma = \text{const}$, чего в действи-

тельности нет. Поэтому, чтобы наши выводы сделать корректными, функции $f(a)$, $A(m)$ и $g(s)$ мы должны построить для различных классов внегалактических туманностей, внутри которых можно считать $\gamma = \text{const}$. С другой стороны, так как мы имеем интегральную величину M , то под i можно подразумевать среднюю величину.

Во-вторых, при построении функции $f(a)$ мы фактически фиксируем и измеряем галактики до какого то предела a_{\min} , меньше которого мы или не замечаем или не можем измерять. Поэтому, мы изучаем пространство до какого то предела R . Так что, уравнение (13) переписывается так:

$$f(a) = \int_0^R r^3 i D(r) \psi(ar) dr. \quad (17)$$

Предел R можно определить лишь в вероятностном смысле при знании функции распределения D и ее параметров. Так что, за наименьшим лучшим, придется взять его приближенное значение.

В-третьих, внегалактические туманности в пространстве образуют отдельные сгущения, скопления и поэтому $D(r)$ имеет нерегулярный характер. Поэтому при измерениях нужно избегать таких направлений на небе, где заведомо известно, что там имеется скопление галактик.

Если допустить, что галактики распределены в пространстве равномерно, т.е. $D(r) = \text{const}$, то из (17) можно определить ψ :

$$\psi(x) = \text{const} x^{-3} \frac{d}{dx} \left[x^4 f \left(\frac{x}{R} \right) \right].$$

Из (17) очевидно также, что если $\psi(d) = \text{const}$, то и $f(a) = \text{const}$, какой бы ни была функция $D(r)$.

3. Определение видимых осей внегалактических туманностей на картах Паломарского атласа. Очевидно, что истинные размеры галактики уменьшаются из-за недостаточности экспозиции. При прочих равных условиях, чем больше экспозиция, тем больше и размеры изображения галактики (разумеется, до определенного предела). Это вызвано тем, что имеет место постепенное падение поверхностной яркости от центра до границы галактики. Так что, из-за этого эффекта, который условно назовем эффектом недостаточности экспозиции, мы измеряем ось a вместо истинной a' и величина $\Delta = a' - a \geq 0$ характеризует ту ошибку, которую мы допускаем из-за эффекта недостаточности экспозиции.

Обозначим через i яркость единичной площади на поверхности галактики. Она функция от радиуса галактики ρ . Как первое приближение допустим, что эта функция линейна, т.е.

$$i = i_0 - \alpha \rho,$$

где $i_0 = \frac{\alpha a'}{2}$ яркость в центре галактики, а $\alpha > 0$ коэффициент пропорциональности. Когда $\rho = 0$, то $i = i_0$ и когда $\rho = \frac{a'}{2}$, то $i = 0$.

Обозначим через i' ту минимальную яркость, которая еще создает на фотографиях измеримое (ощутимое) почернение. Фактически i' — яркость на границе галактики можно определить из равенства:

$$i' = i_0 - \alpha \frac{a'}{2};$$

тогда для Δ получим

$$\Delta = a' - a = \frac{2i'}{\alpha},$$

Таким образом, величина Δ фактически зависит от α , так как i' одинакова для всех галактик, полученных на одной фотопластинке. Если $\alpha = \text{const}$, то учет эффекта недостаточности экспозиции не затрудняет статистическую обработку осей галактик, так как не представляет труда определить плотность распределения $f(a')$, если известна $f(a)$ и $\Delta = \text{const}$.

Однако нет основания считать $\Delta = \text{const}$. Если бы можно было классифицировать галактики по величине α и провести статистику отдельно внутри классов, то результаты были бы корректными. Некоторые соображения относительно такой классификации можно привести в следующем аспекте.

Известно, что границы изображений галактик не четкие. Они размыты и вследствие этого размеры изображения галактик определяются с различной точностью в зависимости от размытости их границ. Очевидно, что точность измерения осей галактик характеризует размытость границ изображения галактик, а размытость сама характеризует величину α . Кажется правдоподобным, что чем больше α , т.е. чем быстрее падает яркость от центра к краям, тем четче должна быть граница. Так что, проводя классификацию по размытости границ, мы тем самым проведем классификацию и по величине α .

Таким образом, искажение размеров галактик из-за эффекта недостаточности экспозиции можно сделать неощутимым, если провести статистику отдельно для галактик, имеющих одинаковые размытые границы. Сказанное можно проиллюстрировать следующим образом.

Изображения внегалактических туманностей на картах Паломарского атласа были разделены на пять классов по признаку размытости их границ. Галактики, имеющие наиболее четкие границы, относились к пятому классу, а галактики с наиболее размытыми границами — к первому. Такое субъективное разделение впоследствии было охарактеризовано количественно, когда была определена точность измерения осей галактик. В таблице 1 даны средние квадратические ошибки одного определения осей a и b галактик и a' и b' их ядер. Как видно из таблицы, с увеличением номера класса, уменьшаются средние квадратические ошибки.

Таблица 1

№ класса	m_a	m_b	Число галак.	$m_{a'}$	$m_{b'}$	Число ядер
1	7.9	5.5	360	3.6	4.2	∞
2	10.3	6.1	117	0.6	1.8	91
3	6.7	3.6	143	0.05	1.2	106
4	4.8	3.0	201	1.8	1.2	113
5	3.0	1.2	110	0.6	0.05	134

По многим соображениям выгодно измерения осей внегалактических туманностей проводить на картах Паломарского атласа. Во-первых, атлас однороден и охватывает большую часть неба, имеет достаточно подходящий масштаб, карты имеют дубликаты, что дает возможность не смешивать галактики с фотографическими дефектами; атлас имеет и другие фотографические преимущества. Во-вторых, если измерения проводятся с помощью десятикратной лупы с делениями, непосредственным накладыванием лупы на изображение галактики, то таким простым методом измерения можно сделать массовыми, что очень важно для статистических исследований.

Что касается точности такого измерения, то о ней можно судить по таблице 1. Если сравнить с известным каталогом М. Вольфа, то точность определения 4 и 5-го классов наших измерений не ниже точности каталога Вольфа, где измерения проводились на фотонегативах с помощью измерительных приборов. Средняя по классам точность 5''-6'' вполне достаточна для наших целей, т. е. для построения функций распределения.

Определение средней квадратической ошибки одного определения производилось следующим образом. На одной и той же карте Паломарского атласа мы производили измерения больших осей в двух сериях и затем образовывали разности $a_i(II) - a_i(I) = \delta_i$, где i номер галактики. Средняя квадратическая ошибка одного определения m_a вычислялась по формуле

$$m_a = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta_i - \bar{\delta})^2}{2(n-1)}}$$

где n число измеренных галактик $\bar{\delta} = \frac{\sum \delta_i}{n}$. Эта формула исключает систематическую ошибку между двумя сериями измерений.

С целью иллюстрации вышесказанного, приведем результаты измерения около 1000 галактик в ядре скопления галактик в созвездии Волосы Вероники, с центром

$$\alpha = 12^h 24^m,$$

$$\delta = +9^\circ.$$

Измерялись большие и малые оси, как самих галактик, так и их ядер a, b и a', b' , соответственно.

На рис. 2 представлены гистограммы больших осей a для всех классов по четкости границ изображений галактик (соответственно I, II, III, IV, V). Как видно из гистограмм, распределение почти одинаковое, но есть и некоторое различие: при увеличении номера класса мода сдвигается налево и немного увеличивается дисперсия. Однако, это выявляется очень слабо и не стоит внимания. Во всех распределениях определенно замечается значительная левая асимметрия.

На представленных на рис. 3 гистограммах не делается различия по классам и даются распределения осей галактик a и b и их ядер a' и b' . В таблице 2 даны параметры этих распределений. Если пренебречь разницей в расстояниях между галактиками по сравнению с расстоянием самого скопления галактик, то гистограммы, представленные на рис. 3 характеризуют распределение истинных диаметров галактик и их ядер.

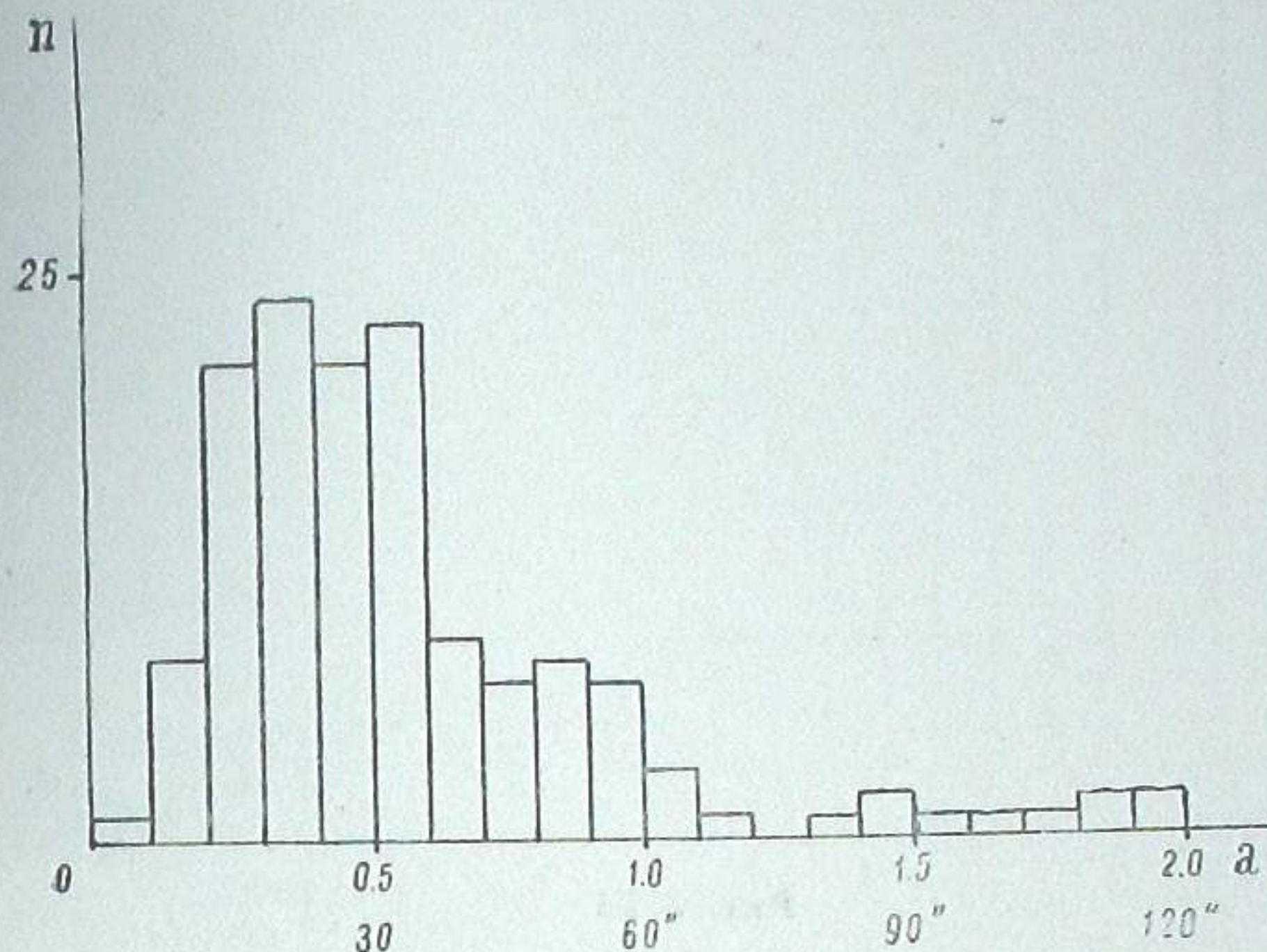


Рис. 2, I

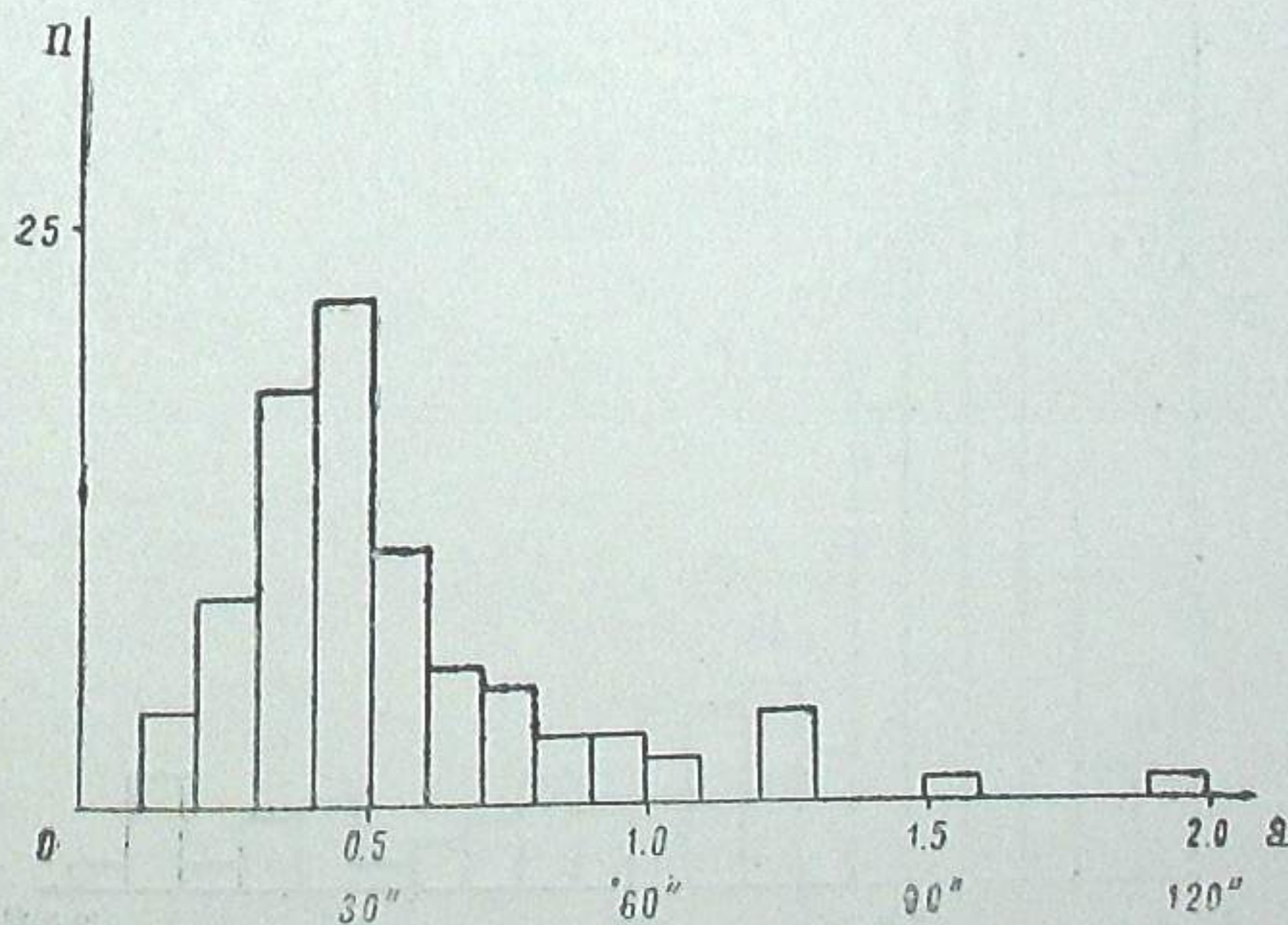


Рис. 2, II

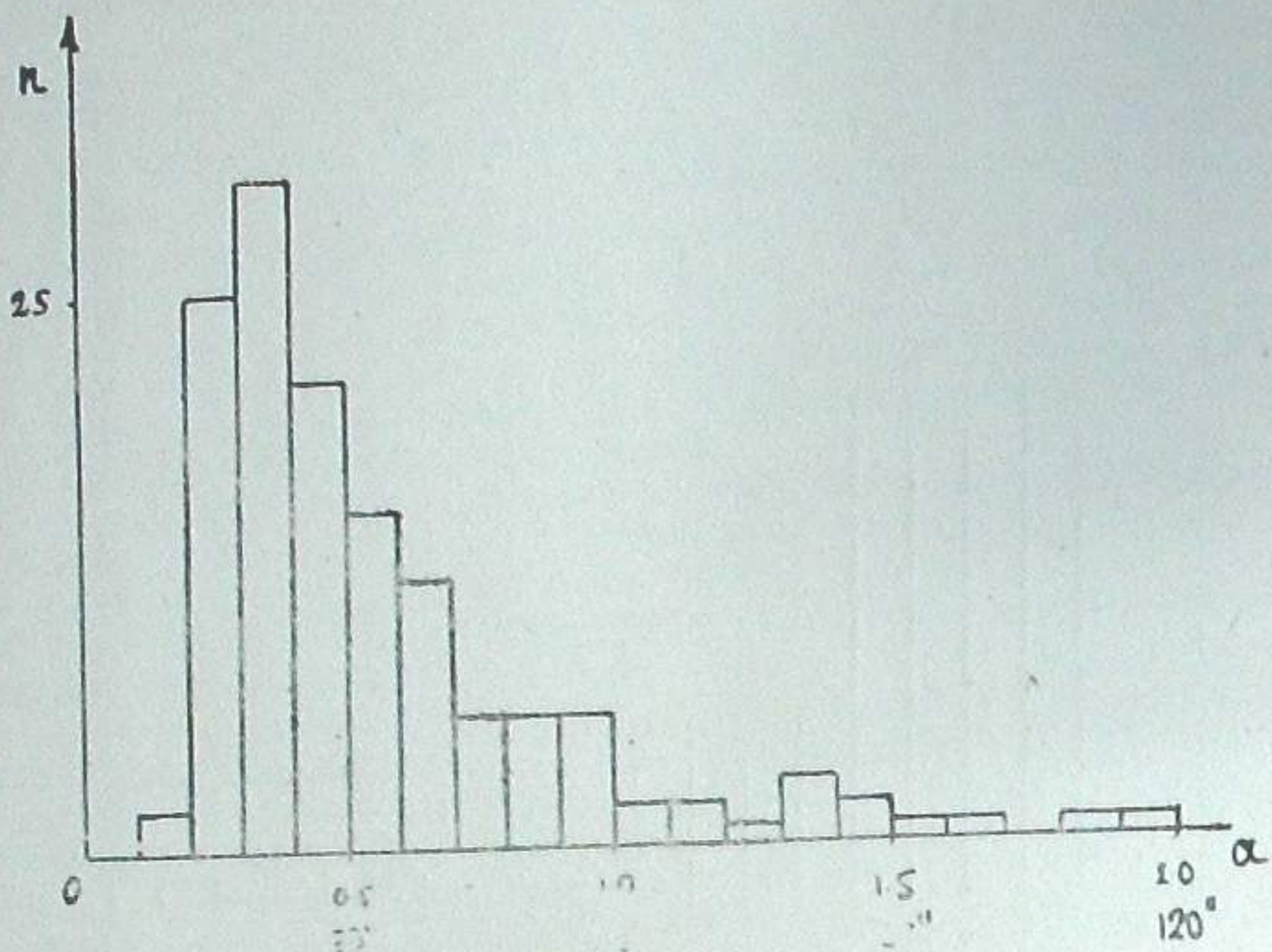


Рис. 2, III

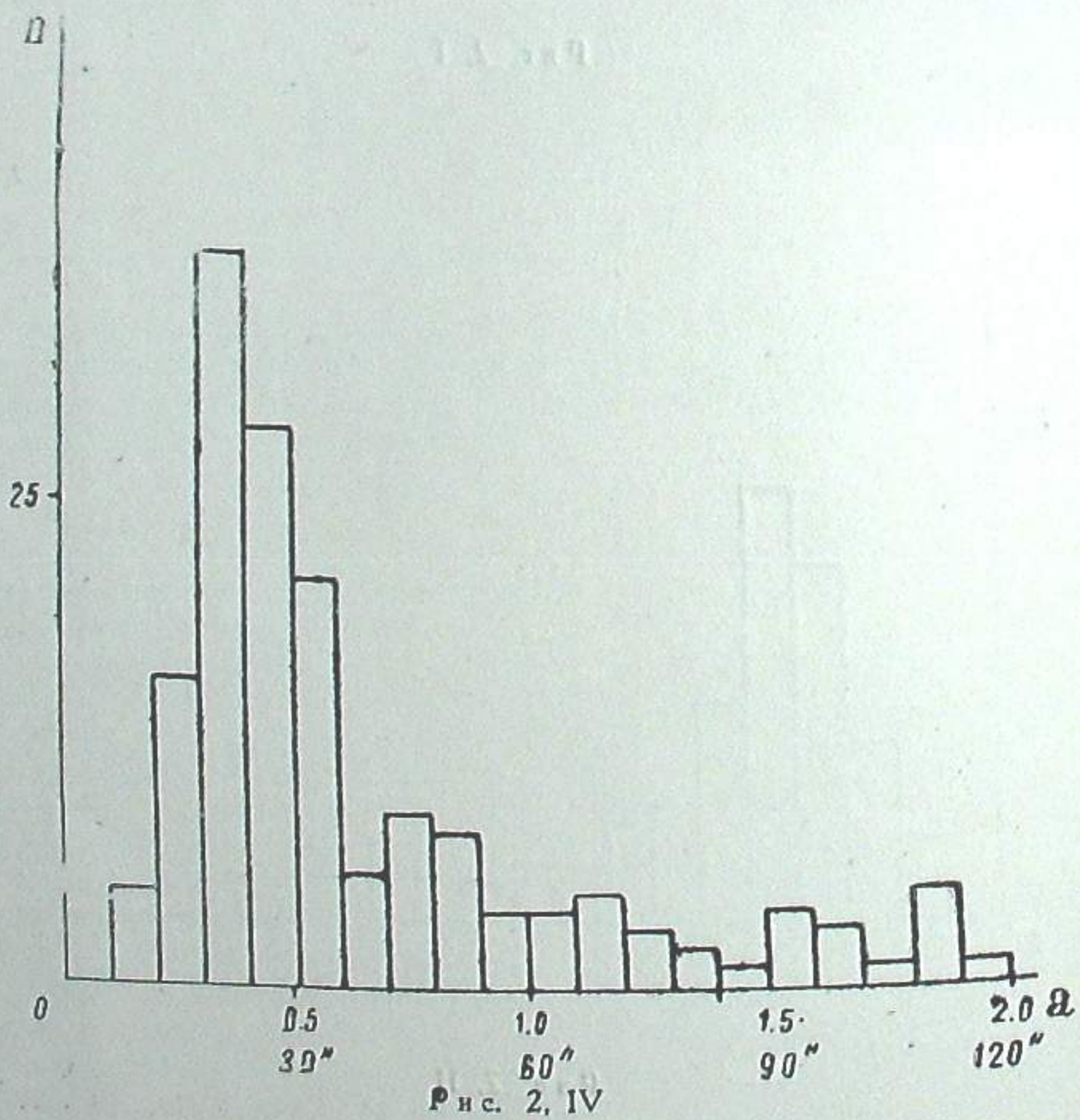


Рис. 2, IV

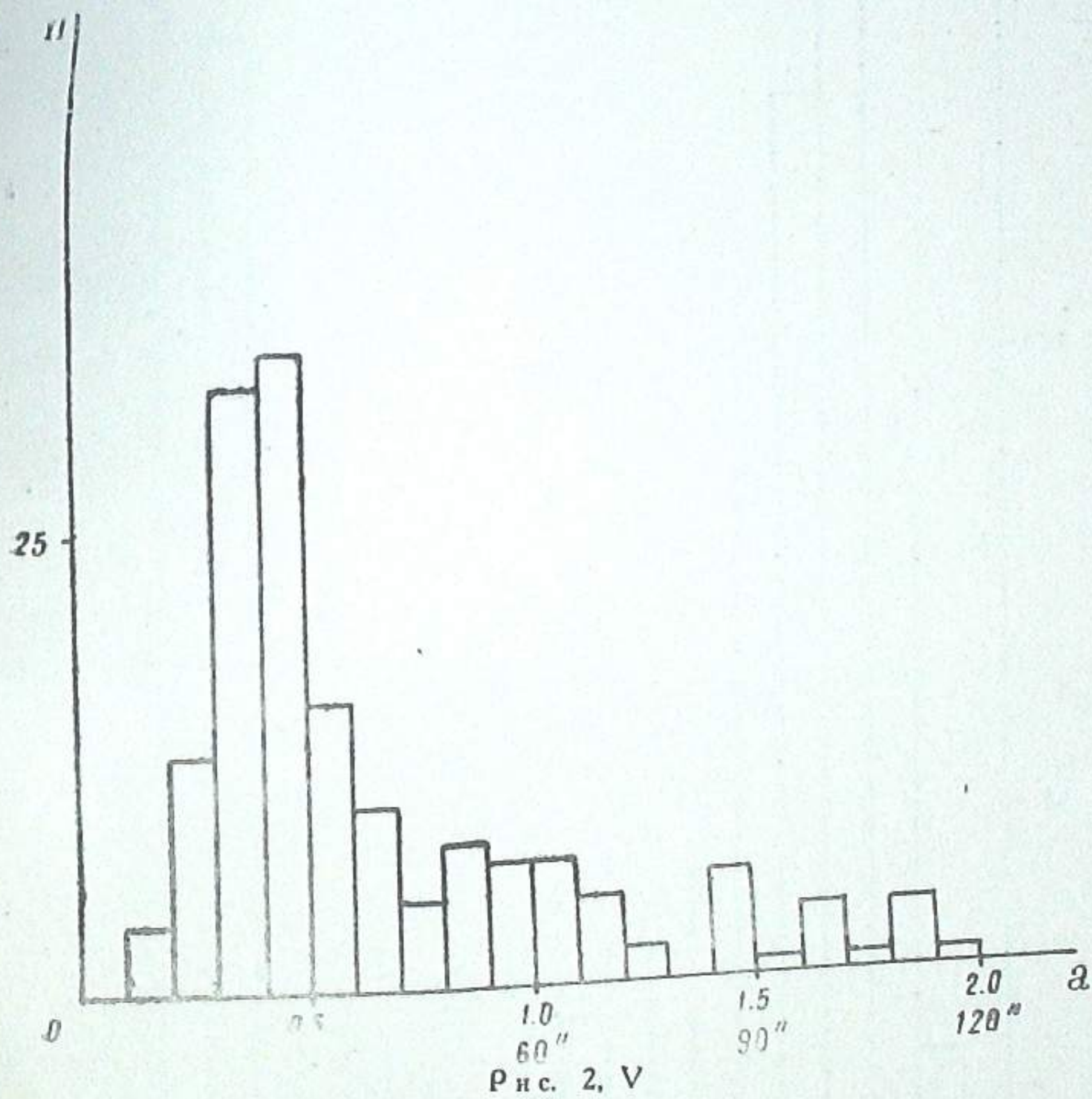


Рис. 2, V

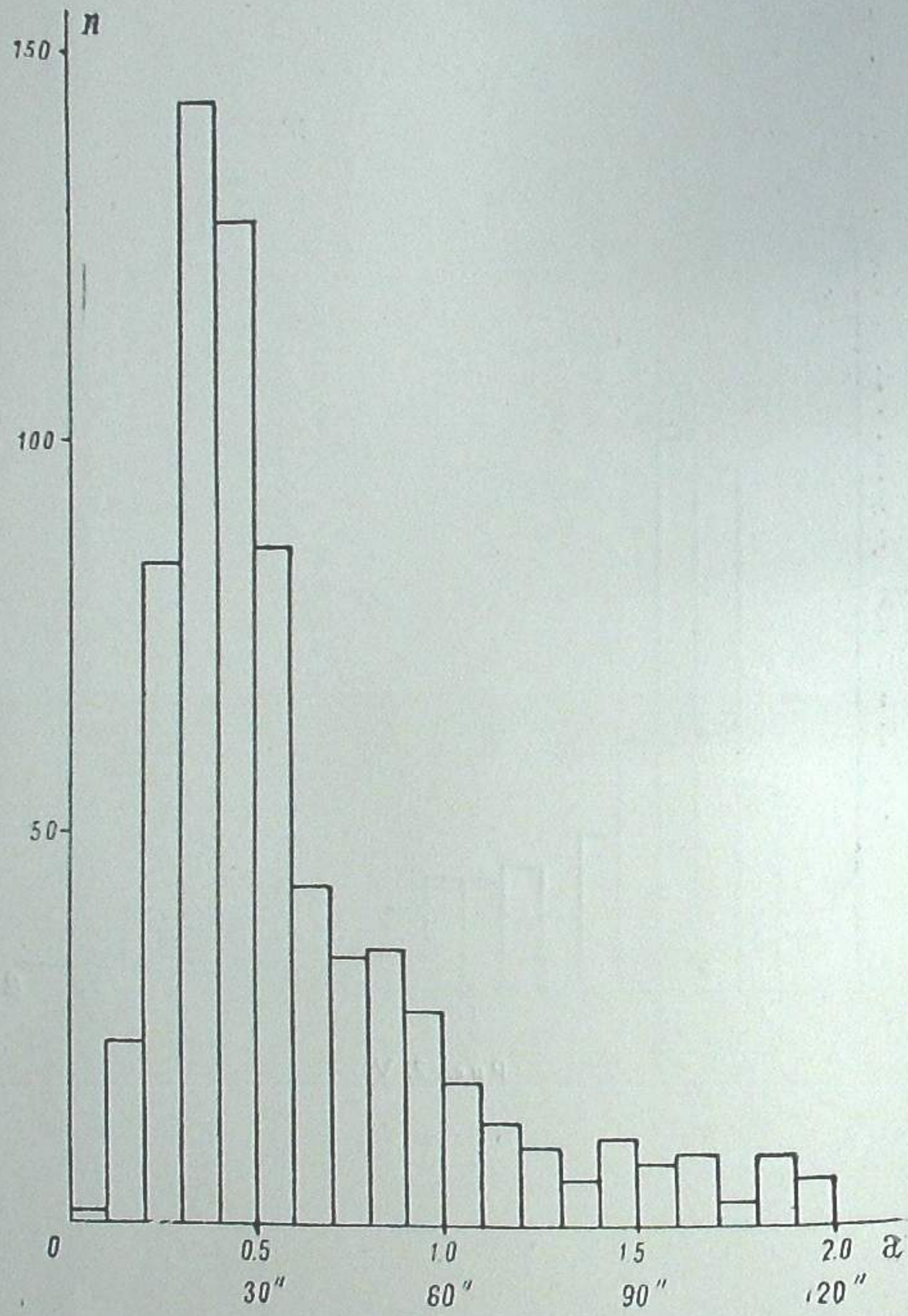


Рис. 3. а

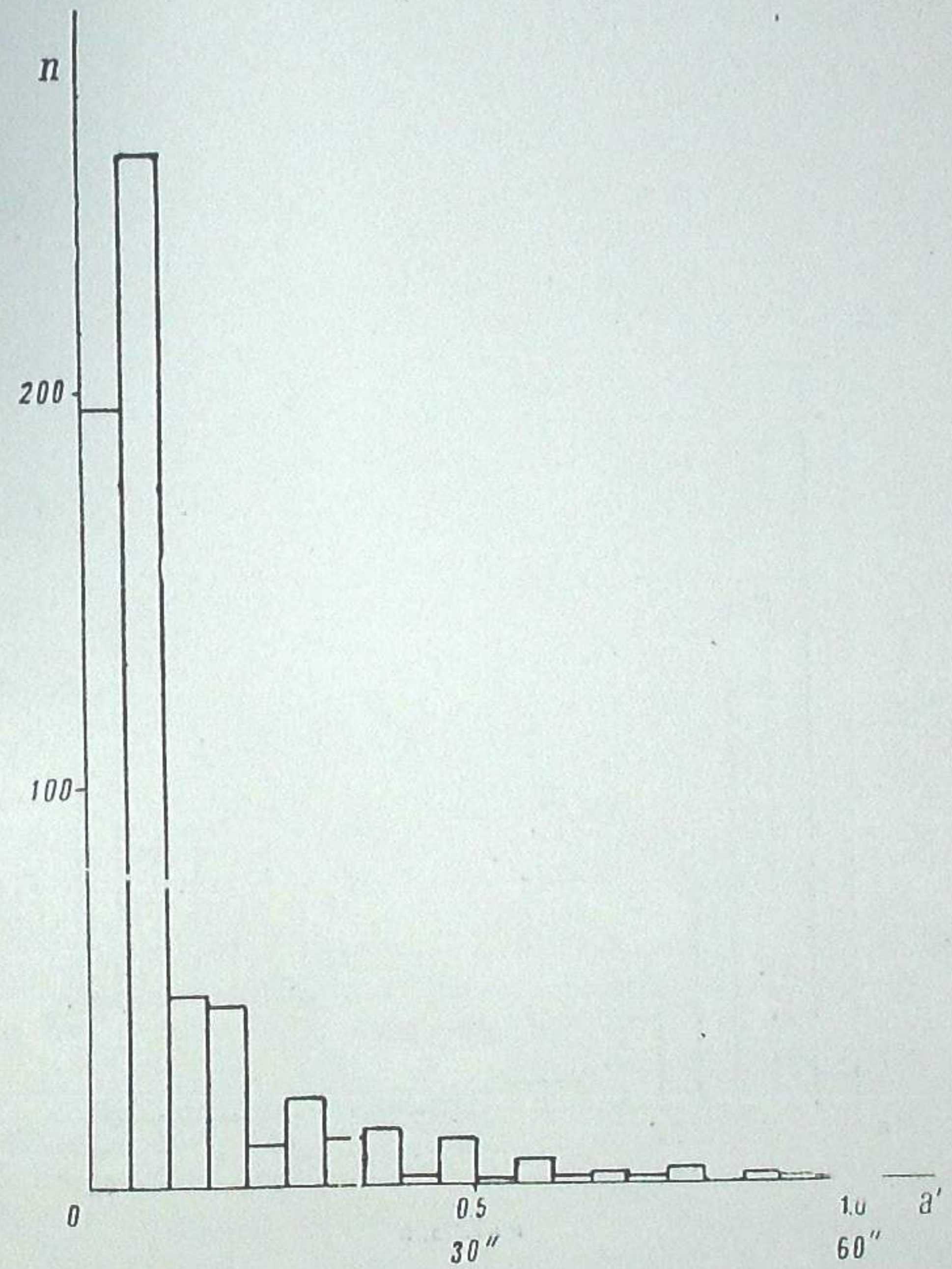


Рис. 3. б'

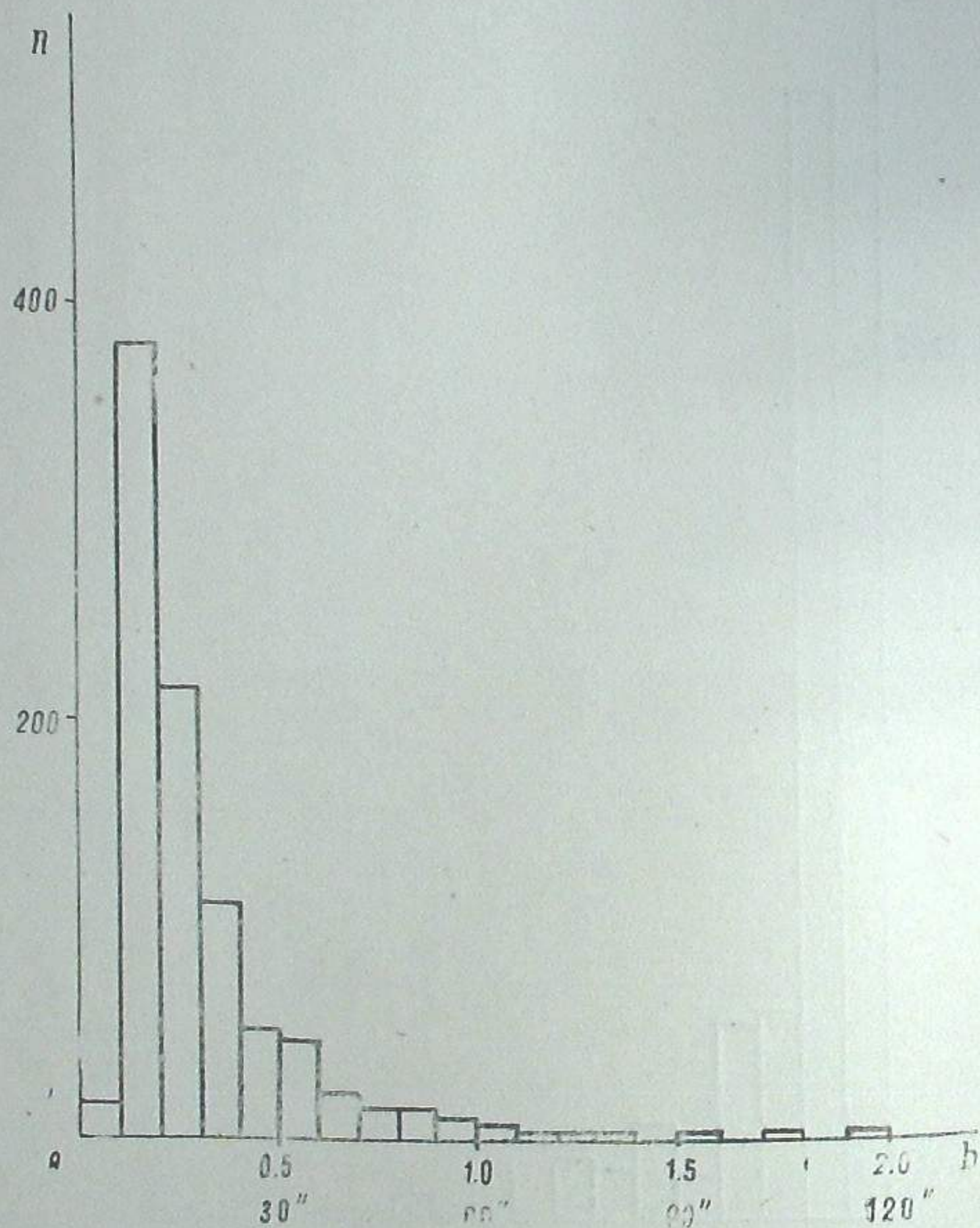


Рис. 3, b

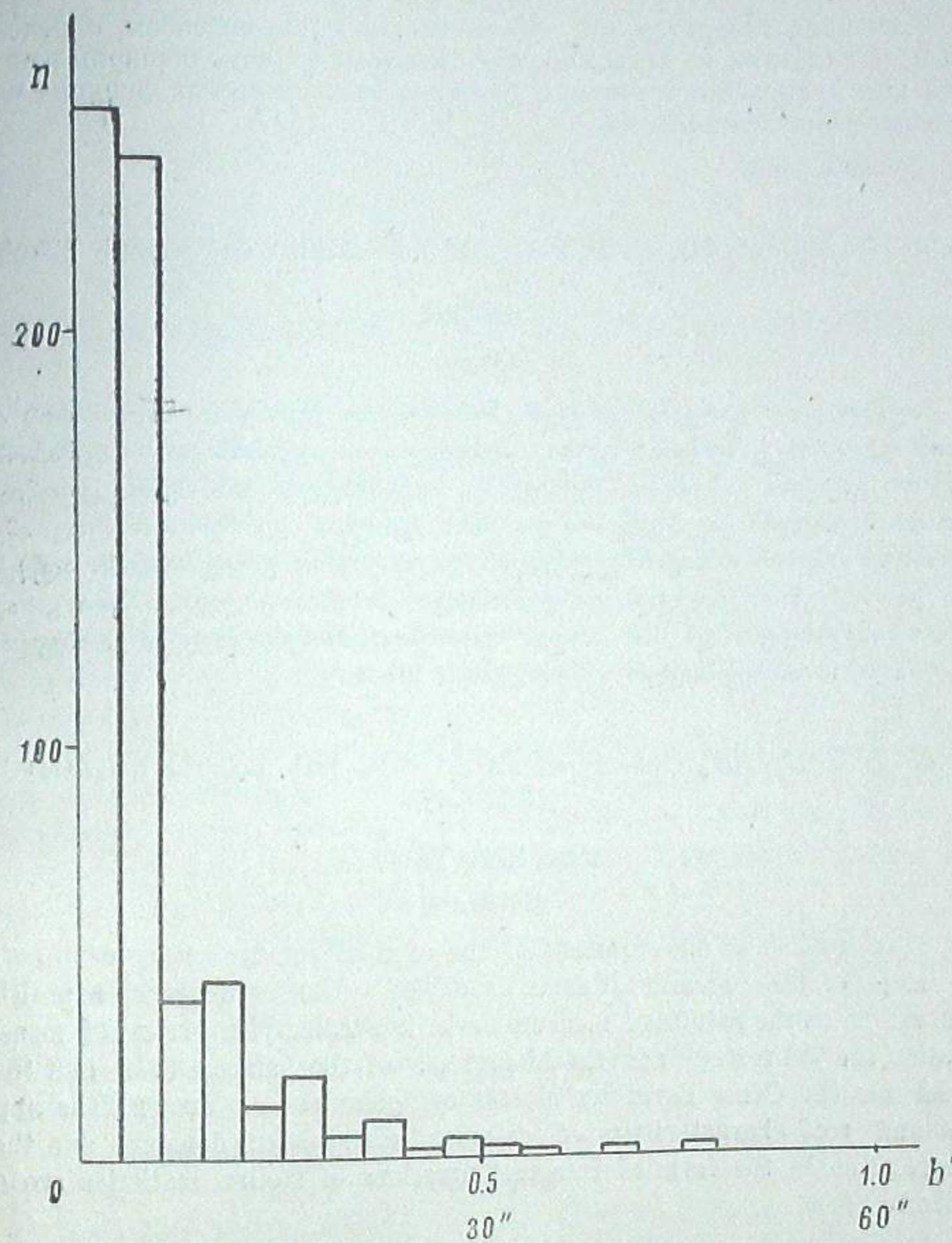


Рис. 3, b'

Таблица 2

Оси	Среднее	Мода	Дисперсия
a	39.6	18.0	22.8
b	19.4	6.0	6.6
a'	7.2	4.5	1.2
b'	5.6	1.5	0.6

Нам представляется, что, изложенным выше способом, определения осей галактик на Паломарском атласе могут дать обширный материал для детального и полного изучения статистических функций внегалактических туманностей.

Декабрь, 1961.

გარეგალაქტიკურ ნისლეულთა სტატისტიკური ფუნქციების შესახებ

ჯ. ხავთასი

(რეზიუმე)

აღწერილია გარეგალაქტიკურ ნისლეულთა ღერძების პალომარის ატლასის რუკებზე გაზომვის ხერხი. შესწავლილია ექსპოზიციის უკმარობის ეფექტის გავლენა გაზომვით შედეგებზე; შეფასებულია გაზომვითა ცდომილებები და აგებულია გალაქტიკათა და მათი გულების ღერძების ჰისტოგრამები ვერონიკას თმების თანავარსკვლავედის გალაქტიკათა გროვისათვის. აღწერილია გალაქტიკათა ხილული და ჰერმარტი მახასიათებლები, მათი განაწილების სიმკვრივები და მათ შორის ურთიერთდამოკიდებულება ვარსკვლავთ სტატისტიკის ინტეგრალურ განტოლებათა სახით.

ON THE STATISTICAL FUNCTIONS FOR THE EXTRAGALACTIC NEBULAE

J. Sh. KHAVTASSI

(Summary)

The method of measurement of the axes of extragalactic nebulae on the maps of the Palomar atlas is described. The influence of exposition lack effect on the results of measurements is studied. The errors of measurements are estimated and the histograms of the galactic axes and their nuclei for the Coma Berenices cluster of galaxies are drawn. The apparent and real characteristics of galaxies, distribution densities and their interrelation in the form of integral equations of stellar statistics are described.

კოორდინატთა საზომი ხელსაწყოს КИМ-3-ის გამოკვლევა

ბ. სალუკვაძე და ა. ხატინოვი

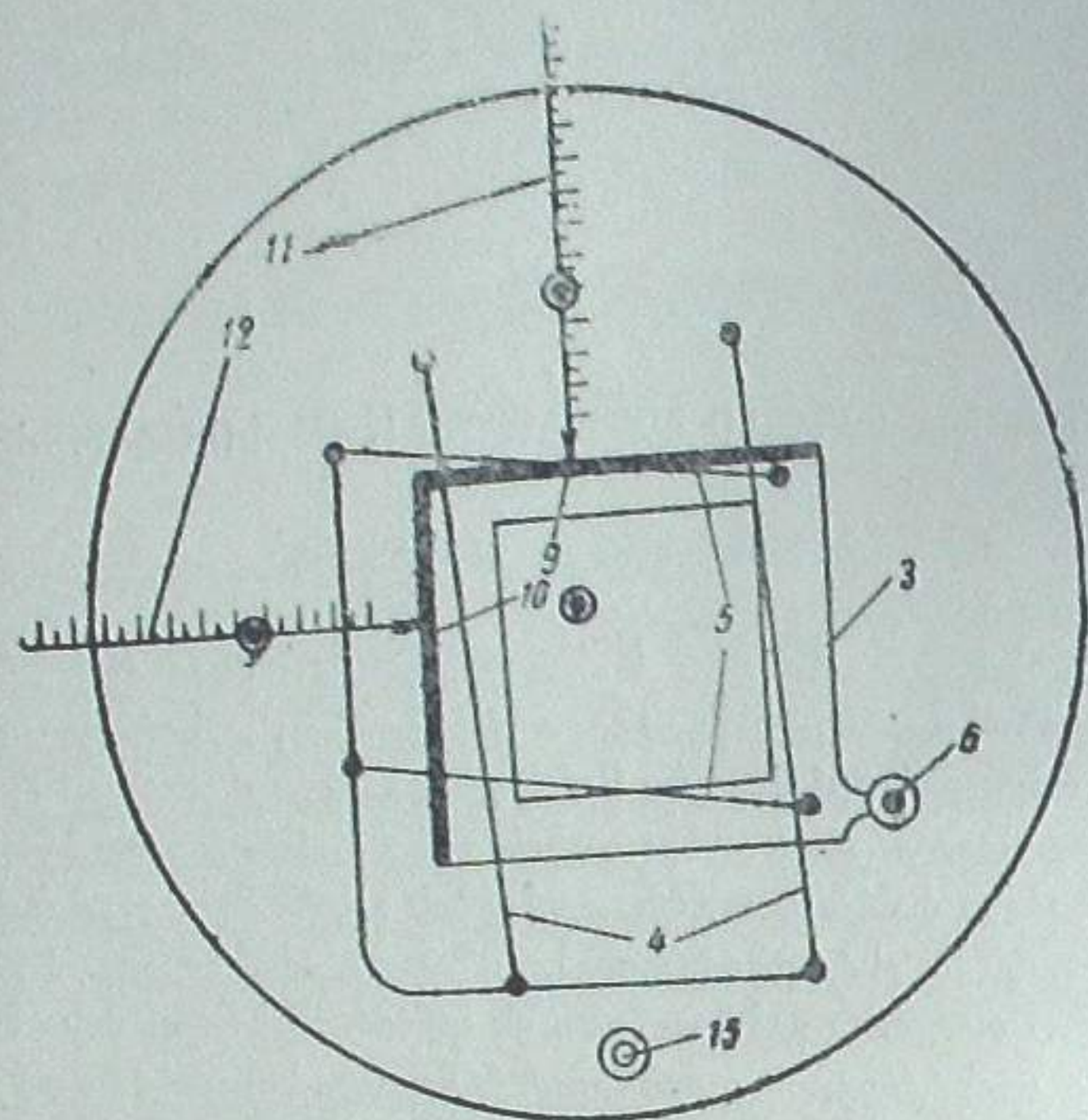
§ 1. შესავალი. КИМ-3 (Координатно-измерительная машина) — სისტემის საზომი ხელსაწყოები, რომლებსაც სერიულად უშვებს ლენინგრადის ოპტიკურ-მექანიკური წარმოება, განკუთვნილია ფოტოგრაფიულ უირფიტაზე მიღებული ციური სხეულების გამონახვითა ზუსტი სწორკუთხონი კოორდინატებისა და პოზიციური კუთხეების გასაზომად. უკანასკნელ წლებში, ფოტოგრაფიული ასტრომეტრიის სამუშაოთა პრაქტიკაში, КИМ-3 სულ უფრო და უფრო ფართოდ გამოიყენება. ეს განპირობებულია მისი მოხერხებული მექანიკური კონსტრუქციით, დამზადების მაღალი სიზუსტითა და იმ გარემოებით, რომ ის საშუალებას იძლევა ორივე კოორდინატი გაზომილ იქნას ერთდროულად, რაც არ ახასიათებდა ადრე არსებულ ბევრ საზომ ხელსაწყოს (რეპსოლდისეულს, ბამბერგისეულსა და სხვ.) КИМ-3 მიეკუთვნება სკალეების საზომი ხელსაწყოების ტიპს, და არა ხრახნიანებისას.

ავტორების მიერ 1962 წლის აპრილ-სექტემბერში შესრულებულ იქნა აბასთუმნის ასტროფიზიკურ ობსერვატორიაში არსებული შემოსენებული სისტემის საზომი ხელსაწყო (КИМ-3 № 550001) ყოველმხრივი გამოკვლევა. ხელსაწყოს მოკლე აღწერის, გამოკვლევის მეთოდისა და მისი შედეგების გადმოცემა შეადგენს წინამდებარე წერილის მიზანს.

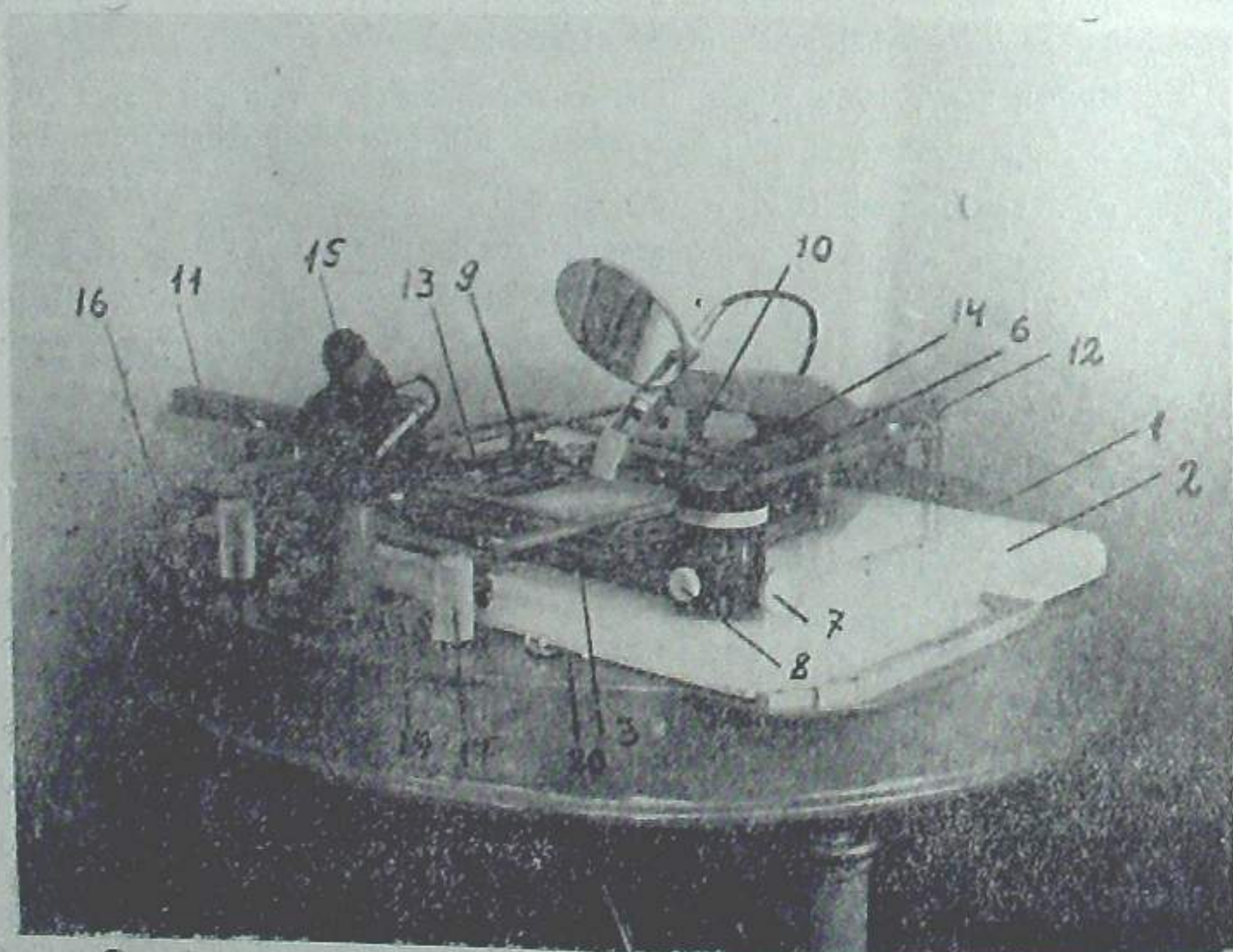
§ 2. ხელსაწყო აღწერა. ხელსაწყოს ზოგადი სქემა მოცემულია 1 ნახაზზე, საერთო ხედი კი—I ფოტოზე.

ხელსაწყოს ფუძეზე 1 (ფოტო I) დამაგრებულია ბრტყელი მინა 2, რომელზედაც გორგოლაქებით მოძრაობს სასაგნე მაგიდის ურიკა 3 მასში ჩადგმული გასაზომი ნეგატივითურთ. სახსროვან პარალელოგრამთა სისტემის 4 და 5 მეშვეობით ურიკა, ასტრონეგატივთან ერთად, გადაადგილებისას ასრულებს გადატანით მოძრაობას. ურიკის უხეშად სამოძრაველად მასზე მიმაგრებულია სახელური 6, რომელიც თავისი სიმძიმით თავისუფლად დგას მინაზე 2. მიკრომეტრული გადაადგილებებისათვის სახელური აღჭურვილია ხრახნებით 7 და 8; გადაადგილება მოითხოვს სახელურის თავის 6 წინასწარ მობრუნებას საათის ისრის მოძრაობის საწინააღმდეგო მიმართულებით (ამ დროს წარმოიშობა საკმარისი შექიდულობა სახელურის „ფეხებსა“ და მინას შორის).

ურიკაზე ხისტად არის დამაგრებული საგულდაგულოდ დამუშავებული ორი ურთიერთპერპენდიკულარული მიმართული შიმშა 9, 10, რომლებსაც ებჯინება საზომი სკალეების ბუდეები 11, 12. ეს უკანასკნელი კი, ურიკის მოძრაობი-



ნახ. 1

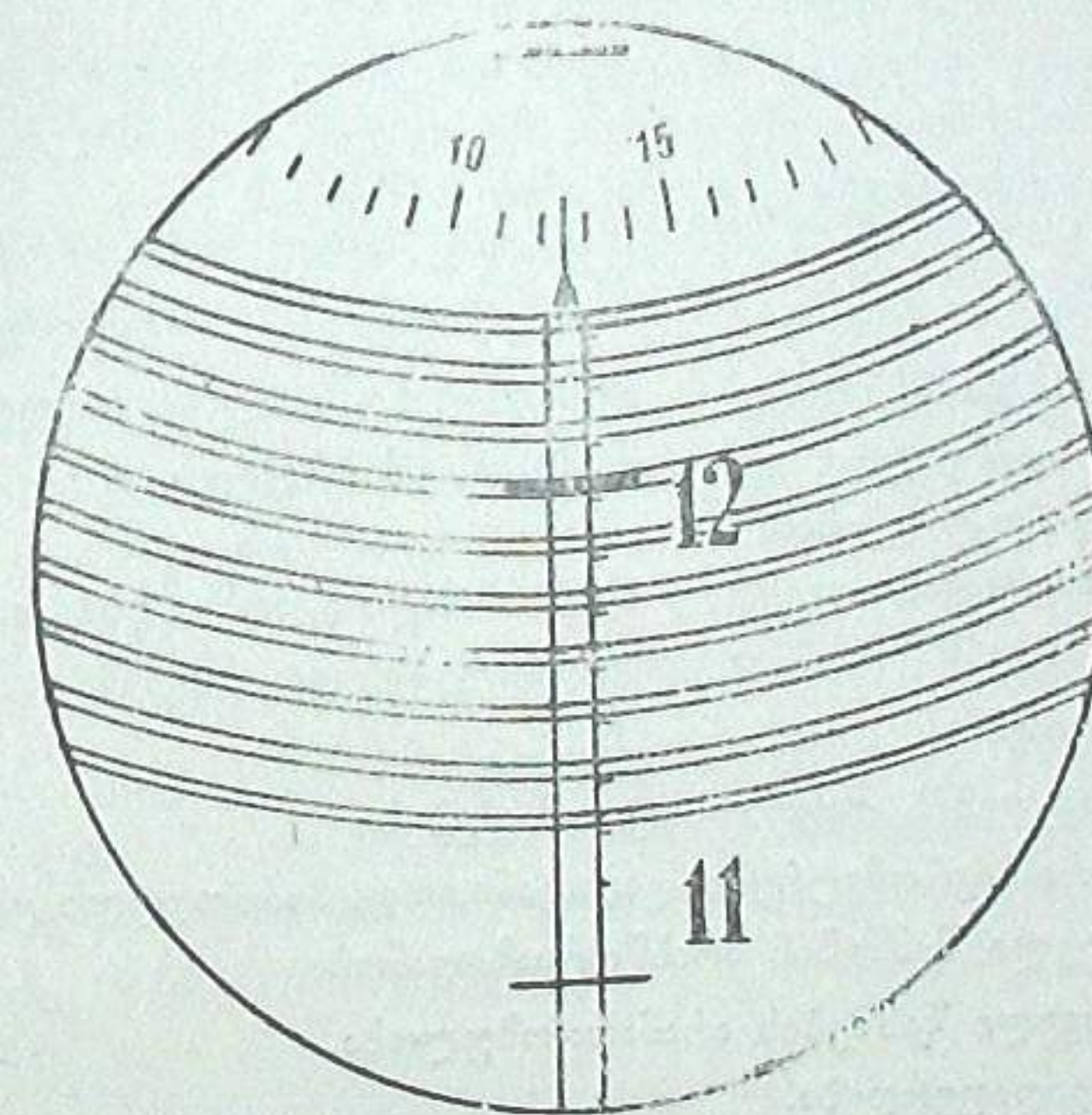


ფოტო 1

სას, მცოცების 13 და 14 დახმარებით სრიალებენ მიმართველი შიშვების გასწვრივ ამ დროს სკალები კოორდინატა სათანადო ღერძების პარალელურად გადაადგილდება.

ხელსაწყოთა ოპტიკური სქემა შედგება სამი სისტემისაგან: ერთი — ასტრონეგატივზე გასაზომ გადოსახულებაზე დასაყენებელი და ორიც — შესაბამისი სკალების ასათვლელი. ყველა ისინი განლაგებულია ფუძის 1 კორპუსის შიგნით. გარეთ გამოყვანილია მხოლოდ ერთი საერთო ოკულარი 15, რომელშიც თავს იყრის ყველა სისტემის გამოსასვლელი ხვრელი. ტუმბულების 16 საშუალებით რიგრიგობით ჩაირთვება სათანადო სანათი, რის შედეგადაც ოკულარში გამოჩნდება ან ერთ-ერთი სკალა მისი ასათვლელი სპირალური მიკრომეტრითურთ ან საზომი ბადე და ასტრონეგატივის ნაწილი.

ოკულარის ახლოს განლაგებულია სახელურები, რომლებიც განკუთვნილია მიკრომეტრების საბრუნებლად 17 და 18, ასტრონეგატივის დასაფოკუსებლად 19, რევერსიული პრიზმის მოსაბრუნებლად 20 და ოკულარის გამადიდებლობის შესაცვლელად 21.



ნახ. 2

სკალის ერთმილიმეტრიანი ინტერვალის ნაწილების გასაზომად ხელსაწყო აღჭურვილია ე. წ. სპირალური მიკრომეტრებით, რომლებიც განლაგებულია შესაბამისი სკალების ქვეშ ფუძის კორპუსის შიგნით. სპირალური მიკრომეტრის მოქმედების პრინციპი შემდეგში მდგომარეობს (ნახ. 2).

მინის მრგვალ მბრუნავ ფირფიტაზე დატანილი სკალა წარმოადგენს 100 ტოლ ნაწილად დაყოფილ წრესა და ათი ორმაგი ხეისაგან შემდგარ არქიმედისეულ სპირალს პოლუსით ამავე წრის ცენტრში. მიკროსკოპების გამადიდებლობანი ისეა შერჩეული, რომ ათი ორმაგი ხვია ზუსტად თავსდება სკალის 1 მმ ინ-

ტერვალში, როდესაც ეს უკანასკნელი საზომი მიკროსკოპის ობიექტივის მეშვე-
ობით გვემჩვენება სკალიანი მინის სიბრტყეში.

ამგვარად სპირალის ბიჯი შეესაბამება 0,1მმ-ს, ხოლო მისი შემობრუნება
წრიული სკალის ერთი დანაყოფით—0,001 მმ-ს.

მას შემდეგ რაც ვასაზომი ობიექტი მოყვანილია საზომი ბადის რომელიმე
კვადრატის ცენტრში, ანათვალის ასაღებად სახელურს (17 ან 18, იმის მიხედ-
ვით თუ რომელი სკალის ანათვალს იღებენ) აბრუნებენ იქამდე, ვიდრე სკალის
შტრიხი, რომელიც ხვდება შორის მოჩანს, ჩადგება ერთ-ერთი წყვილი ხვიის
შუაში მე-2 ნახაზზე. ამის შემდეგ ხდება ათვლა: შტრიხის ნომერი წარმოადგენს
მთელ მილიმეტრებს, მეათედ მილიმეტრებს გვიჩვენებს სპირალის ხვიების რა-
დიალური მიმართულებით დახაზული სწორი სკალა. შეასწავებს და შეათასე-
ლებს გვაძლევს წრიული სკალა. შესაძლებელია აგრეთვე მიკრონის მეათედების
შეფასება თვალთ. ნახაზზე მოცემული ანათვალის იქნება 12,2725.

ცალკეულ ობიექტებს შორის კუთხეების ვასაზომად КИМ-3 აღჭურვილია
მბრუნავი მაგიდით, რომელიც ურიკაზე მაგრდება ასტრონეგატივის მსგავსად.
მობრუნების კუთხის ვაზომვა შესაძლებელია ± 5' სიზუსტით ორი, ურთიერთ
დიამეტრულად განლაგებული ნონიუსის მეშვეობით.

გარდა მბრუნავი მაგიდისა ხელსაწყოს თან ერთვის სხვადასხვა ზომის ფირ-
ფიტების შესაბამისი რამდენიმე ჩარჩო. ფირფიტის მაქსიმალური ზომა, რო-
მელიც შეიძლება მოთავსდეს ურიკაში, არის 30×30 სმ.

§ 3. ხელსაწყოს გამოკვლევა. КИМ-3-ის და მისი მსგავსი
ხელსაწყობისათვის დამახასიათებელი ცდომილებების თეორია დაწვრილებით
გადმოცემულია [1] და [2] შრომებში. აქ მოვიყვანთ მხოლოდ საბოლოო ფორმუ-
ლებს, რომლებიც უშუალოდ გამოიყენება და იმ პრაქტიკულ გზებს, რომლებ-
საც მივმართეთ გამოკვლევისას.

წინასწარ ჩამოვთვალთ ყველა ის ძირითადი ცდომილება, რომლებიც არ-
სებით გავლენას ახდენს ვაზომილ კოორდინატებზე და, ამიტომ, აუცილებელ გა-
მოკვლევას საჭიროებს:

- ა) საზომი სკალების დაყოფის ცდომილებები,
- ბ) სპირალური მიკრომეტრების გადატანითი და პერიოდული ცდომილებები,
- გ) მიმმართველი შიშვების არასწორხაზოვანობა,
- დ) მიმმართველი შიშვების არამართობა,
- ე) ურიკის გადაფერდება,
- ვ) ე. წ. რენი მთელი სკალის გასწვრივ,
- ზ) საზომი ბადის კვადრატთა ცენტრების არათანამთხვევა.

აქვე შევნიშნავთ, რომ ყველა კვანძის გამოკვლევა შესრულდა ამ წერილის
ორივე ავტორის მიერ ურთიერთისაგან დამოუკიდებლად, ე. ი. როგორც ამბო-
ბენ, „ორი ხელით“. საბოლოო შედეგები გამოყვანილია მონაცემების საშუა-
ლობით. გამოკვლევა წარმოებდა თითქმის მუდმივ ტემპერატურის ქვეშ
(t=17° 5±0°,5).

ა) სკალების დაყოფის ცდომილებები. სკალების დაყო-
ფის ცდომილებების გამოსაკვლევად შეგჩერდით მეთოდზე, რომელიც გამოყე-
ნებული იყო პულკოვოს ობსერვატორიაში ამავე სისტემის ხელსაწყობის გა-

მოსაკვლევად [3]. ეს მეთოდი უნდა ჩაითვალოს ყველაზე რაციონალურად ისეთი
გრძელი სკალების გამოსაკვლევად, როგორებიცაა აღჭურვილია КИМ-3 (თი-
თოეული მათგანის სიგრძე 240 მმ-ია) და მისი მსგავსი საზომი ხელსაწყობები.

ყოველ სკალაზე გამოკვლევული იყო შტრიხები 8-დან 232-ის ჩათვლით.

პირველ ეტაპზე განისაზღვრება X—სკალის შუა (120) შტრიხის შესწო-
რება Δ₁₂₀, (შესწორებებს აღვნიშნავთ Δ-თი სათანადო ნიშნაკით), იმ პირო-
ბით, რომ განაპირა შტრიხების შესწორებები ნულის ტოლია, ე. ი.

$$\Delta_8 = \Delta_{232} = 0. \tag{1}$$

ამისათვის საჭიროა, რომ დამხმარე მონაკვეთი, რომლის სიგრძე l₀ გამო-
საკვლევია უზნის სიგრძის დაახლოებით ნახევრის ტოლია, გაიზომოს ამ უკა-
ნასკნელის ორი სხვადასხვა ნაწილით. თუ ანათვლებს, დამხმარე მონაკვეთის
სკალის ერთი ნაწილით ვაზომვისას, აღვნიშნავთ X₈-თა და X'₁₂₀-ით, ხოლო
მეორე ნაწილით ვაზომვისას X''₁₂₀-ითა და X₂₃₂-ით, მაშინ (1)—პირობის
გათვალისწინებით გვექნება ტოლობები:

$$\Delta_{120} = \frac{1}{2} (X_8 + X_{232}) - \frac{1}{2} (X'_{120} + X''_{120}), \tag{2}$$

$$l_0 = \frac{1}{2} (X_{232} - X_8) - \frac{1}{2} (X'_{120} - X''_{120}). \tag{3}$$

(2)-პირობები განსაზღვრავენ X-სკალის ნულპუნქტსა და მასშტაბს. ამის
გამო გამოკვლევის შედეგად მიიღება სუსტი სკალა, დაყოფილი 8—232
შტრიხებს შორის ინტერვალის 1:224 ტოლი ბიჯით.

სასურველია, რომ მეორე Y-სკალისათვის შენარჩუნებული იქნეს იგივე
მასშტაბი. ამის მისაღწევად Y-სკალისათვის დაწერილი ტოლობები უნდა
დავუმორჩილოთ შემდეგ პირობებს:

$$\left. \begin{aligned} \Delta_{120} &= 0, \\ l_0 &= \text{მოცემულია (3) ტოლობით} \end{aligned} \right\} \tag{4}$$

(5)-პირობები Y-სკალის ანიქებს დამოუკიდებელ ნულ-პუნქტს, მაგრამ
მას თავს ახვევს X-სკალისათვის აღებულ მასშტაბს. მაშინ Y-სკალის განა-
პირა შტრიხების შესწორებებისათვის გვექნება ტოლობები:

$$\left. \begin{aligned} \Delta_8 &= (Y'_{120} - Y_8) - l_0, \\ \Delta_{232} &= l_0 - (Y_{232} - Y''_{120}). \end{aligned} \right\} \tag{5}$$

გამოკვლევის შემდგომ ეტაპებზე ორივე სკალისათვის გამოთვლები ერთიმეორის
ანალოგიურია.

მეორე ეტაპზე განისაზღვრება ორი საყრდენი შტრიხის ცდომილება. ესენია
8—120 და 120—232 ინტერვალთა შუა შტრიხები (64, 176).

მესამე ეტაპზე განსაზღვრული საყრდენი შტრიხების ნომრები იქნება 36, 92,
148, 204, რომლებიც წარმოადგენენ 8—64, 64—120, 120—176, 176—232 ინ-
ტერვალთა შუა შტრიხებს.

მეოთხე საფეხურის შტრიხები (22, 50, 78, 106, 134, 162, 190, 218) მდე-
ბარებენ წინა სამი ეტაპის საყრდენი შტრიხების შუაში.

ამგვარად, 224 მმ სიგრძის გამოსაკვლევია სკალა იყოფა 16 ტოლ ნაწილად,
რომლებსთვისაც ცნობილია განაპირა შტრიხების შესწორებები. ეს უკანასკ-
ნელნი ყოველი ეტაპისათვის განისაზღვრებიან შემდეგი ზოგადი ფორმულით:

$$\Delta_i = \frac{1}{2}(X_{i+224/2j} + X_{i-224/2j}) - \frac{1}{2}(X'_i + X''_i) + \frac{1}{2}(\Delta_{i+224/2j} + \Delta_{i-224/2j}), \quad (6)$$

სადაც $j=1, 2, 4, 8$ შესაბამის ეტაპებზე. (6) — ფორმულა გამოსადეგია ორივე სკალისათვის სათანადოდ (1) და (4) პირობების გათვალისწინებით.

დამხმარე მონაკვეთებად გამოვიყენეთ მიკროფოტომეტრ Mφ-6-ის ერთ-ერთი საზომი სკალის შესაბამისი ინტერვალები. გაზომვებისათვის ურიკაზე დაკრებულ იქნა 30×30 სმ ზომის მინა, მასზე დაწებებული მინისავე მიმმართველი შიმშითურთ. ამ უკანასკნელის გასწვრივ დამხმარე სკალის გადაადგილება ხდებოდა ხელით.

პირველი ეტაპის შტრიხებისათვის ორივე ავტორის მიერ ერთად შესწორებები განსაზღვრული იქნა 40-ჯერ (n_1), მეორისათვის — 24-ჯერ (n_2), მესამისათვის — 16-ჯერ (n_3), მეოთხისათვის — 12-ჯერ (n_4). i -ური საყრდენი შტრიხის შესწორების ერთი განსაზღვრის გამოსათვლელ ფორმულას, მიღებულს (6)-ის საშუალებით, შემდეგი სახე აქვს:

$$\varepsilon_i^2 = \varepsilon_0^2 + \frac{1}{4}(\varepsilon_{i+224/2j}^2 + \varepsilon_{i-224/2j}^2) \quad (7)$$

სადაც ε_0 არის ერთი გაზომვის საშუალო კვადრატული ცდომილება, რომელიც ჩვენს შემთხვევაში ტოლია $\pm 0.22 \mu$. იმ საყრდენ შტრიხთა ცდომილებები, რომლებიც (1) და (4) ტოლობებით განისაზღვრება, უნდა მიღებული იქნას ნულის ტოლად.

ამგვარად, საყრდენი შტრიხების შესწორებათა საბოლოო განსაზღვრის საშუალო კვადრატული ცდომილების ეტაპების მიხედვით, გამოსათვლელად გვექნება ტოლობები:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{(1)}^2 &= \frac{\varepsilon_0^2}{n_1}, \\ \varepsilon_{(2)}^2 &= \frac{\varepsilon_0^2}{n_2} + \frac{1}{4} \varepsilon_{(1)}^2, \\ \varepsilon_{(3)}^2 &= \frac{\varepsilon_0^2}{n_3} + \frac{1}{4}(\varepsilon_{(1)}^2 + \varepsilon_{(2)}^2), \\ \varepsilon_{(4)}^2 &= \frac{\varepsilon_0^2}{n_4} + \frac{1}{4}(\varepsilon_{(2)}^2 + \varepsilon_{(3)}^2). \end{aligned} \quad (8)$$

n_1, n_2, n_3, n_4 -ის ზემოთ ჩამოთვლილი მნიშვნელობების ჩასმის შემდეგ მივიღებთ:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{(1)} &= 0.025 \varepsilon_0^2 \\ \varepsilon_{(2)} &= 0.048 \varepsilon_0^2 \\ \varepsilon_{(3)} &= 0.080 \varepsilon_0^2 \\ \varepsilon_{(4)} &= 0.116 \varepsilon_0^2 \end{aligned}$$

როგორც უკანასკნელი ტოლობებიდან ჩანს, ეტაპიდან ეტაპზე გადასვლისას, ცდომილებები იზრდება საკმაოდ სწრაფად. მთელი სკალის გამოკვლევა ამ მეთოდით რომ გაგრძელდებოდა, უკანასკნელ ეტაპზე მივიღებდით $\varepsilon_{max}^2 \approx 10\varepsilon_0^2$ რაც დაუშვებლად დიდი იქნებოდა.

ამიტომ საყრდენ შტრიხებს შორის დარჩენილი შტრიხების გამოსაკვლევად გამოვიყენეთ რიბბერგის მეთოდი [4]. ყველა 16 ინტერვალის თითოეულ სკალაზე გამოკვლევულ იქნა ცალ-ცალკე. მგზობელ შტრიხებს შორის მანძილი გავზომეთ სპირალური მიკრომეტრით. როგორც ცნობილია, რიბბერგის მეთოდად შესწორებები განისაზღვრება განტოლებათა შემდეგი სისტემით:

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= d - (x_1 - x_m) + \Delta_m, \\ \Delta_2 &= d - (x_2 - x_1) + \Delta_1, \\ &\dots \\ \Delta_{n-1} &= d - (x_{n-1} - x_{n-2}) + \Delta_{n-2}. \end{aligned} \quad (10)$$

$$d = \frac{1}{n} \left[(x_1 - x_m) + \sum_{i=1}^{n-1} (x_i - x_{i-1}) + (x_n - x_{n-1}) \right] - \frac{1}{n}(\Delta_n - \Delta_m),$$

სადაც Δ_m და Δ_n გამოსაკვლევი ინტერვალის საყრდენი შტრიხების უკვე ცნობილი კოორდინატებია, d — შესაძარებელი მონაკვეთის სიგრძე, n — შტრიხების რიცხვი ინტერვალში.

ცდომილებები რიბბერგის მეთოდის გამოყენების დროსაც სწრაფად იზრდება განაპირადან შუა შტრიხებისაკენ გადასვლისას. K -ური შტრიხის შესწორების განსაზღვრის საშუალო კვადრატული ცდომილებისათვის გვაქვს ფორმულა [5]:

$$\varepsilon_k^2 = k \left(1 - \frac{k}{n}\right) \varepsilon^2 + \left(1 - \frac{k}{n}\right) \varepsilon_m^2 + \frac{k}{n} \varepsilon_n^2. \quad (11)$$

არის მილიმეტრიანი ინტერვალის გაზომვის ცდომილება. ის წარმოადგენს ორი ანათვლის სხვაობის ცდომილებას, მაგრამ ამ შემთხვევაში ერთი ანათვლის ცდომილება ორჯერ უფრო ნაკლებია ვიდრე დამხმარე მონაკვეთის გაზომვისას, რადგან იქ აღარ შედის დაყენების ცდომილება. ე. ი. $\varepsilon^2 = 2\varepsilon_1^2 = \varepsilon_0^2$.

(8) და (11) ფორმულები გვიჩვენებს, რომ ε_k^2 მაქსიმუმს აღწევს მაშინ.

როდესაც $k = \frac{n}{2}$ და გამოსაკვლევი ინტერვალის შემოფარგლულია მესამე და მეოთხე ეტაპის საყრდენი შტრიხებით, ე. ი.

$$\varepsilon_{max}^2 = \frac{n}{4n_3} \varepsilon_0^2 + \frac{1}{4}(\varepsilon_{(3)}^2 + \varepsilon_{(4)}^2). \quad (12)$$

თუ გავითვალისწინებთ (9) — ტოლობებს და იმ გარემოებას, რომ $n = 14$ და $n_3 = 4$, მაშინ (12)-დან მივიღებთ:

$$\varepsilon_{max}^2 = 0.9 \varepsilon_0^2.$$

ამრიგად, გამოკვლევის გამოყენებული მეთოდიკა და განხორციელებული პროგრამა საშუალებას იძლევა განისაზღვროს სკალის შტრიხების შესწორებები ისეთი სიზუსტით, რომლის ცდომილება ყველაზე უარეს შემთხვევაშიც კი არ აღემატება ერთი გაზომვის ცდომილებას.

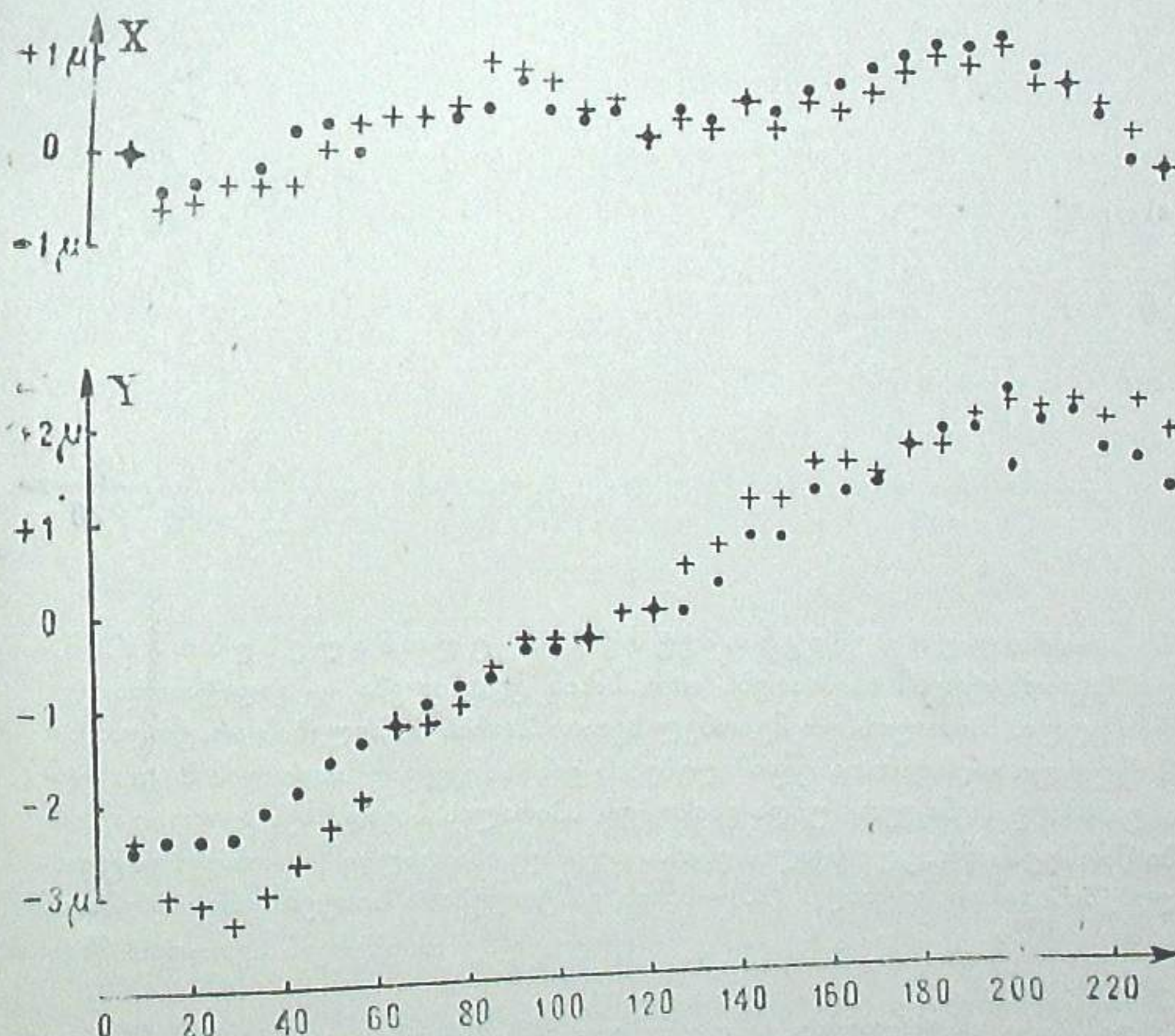
გამოკვლევის საბოლოო შედეგები ცალკეული სკალისათვის თავმოყრილია 1 ცხრილში. პირველ სვეტში მოცემულია შტრიხის ნომერი, მეორეში და მესამეში მათი შესწორებები 0,0001 მ ერთეულებში. ის ფაქტი, რომ Y -სკალის შესწორებები გამოხატულია დიდი რიცხვებით, გამოწვეულია იმით, რომ Y -სკალის მასშტაბი მიყვანილია X -სკალის მასშტაბზე.

ცხრილი 1

ანათვლი სკალაზე	შესწორებები		ანათვლი სკალაზე	შესწორებები		ანათვლი სკალაზე	შესწორებები	
	x	y		x	y		x	y
8	0	-24	67	+6	-13	126	+3	+2
9	0	-24	68	+6	-14	127	+6	+2
10	+1	-25	69	+7	-14	128	+3	+4
11	0	-26	70	+6	-14	129	+4	+3
12	0	-27	71	+4	-11	130	+3	+4
13	-1	-27	72	+4	-10	131	+5	+4
14	-2	-27	73	+4	-12	132	+4	+4
15	-5	-27	74	+4	-10	133	+6	+4
16	-6	-29	75	+5	-10	134	+4	+5
17	-6	-30	76	+4	-9	135	+6	+4
18	-5	-30	77	+6	-10	136	+5	+6
19	-8	-29	78	+6	-9	137	+7	+6
20	-8	-29	79	+6	-10	138	+4	+6
21	-7	-30	80	+7	-10	139	+5	+6
22	-6	-31	81	+6	-12	140	+3	+6
23	-4	-32	82	+6	-11	141	+7	+10
24	-2	-31	83	+6	-11	142	+4	+12
25	-2	-31	84	+8	-10	143	+6	+10
26	-1	-31	85	+8	-7	144	+4	+11
27	-1	-31	86	+9	-7	145	+7	+10
28	-2	-31	87	+9	-7	146	+6	+10
29	-4	-33	88	+9	-5	147	+5	+10
30	-3	-33	89	+8	-5	148	+5	+10
31	-4	-34	90	+7	-5	149	+6	+10
32	-6	-34	91	+6	-5	150	+6	+10
33	-6	-35	92	+10	-4	151	+6	+10
34	-6	-34	93	+8	-3	152	+6	+10
35	-6	-34	94	+8	-3	153	+8	+9
36	-2	-30	95	+10	-4	154	+8	+9
37	-2	-26	96	+10	-3	155	+8	+14
38	-3	-28	97	+12	-4	156	+7	+15
39	-4	-26	98	+11	-4	157	+9	+15
40	-3	-25	99	+8	-4	158	+6	+15
41	-2	-24	100	+8	-4	159	+6	+12
42	-2	-24	101	+9	-4	160	+4	+14
43	0	-24	102	+8	-3	161	+6	+14
44	0	-22	103	+9	-2	162	+8	+14
45	+2	-21	104	+7	-2	163	+9	+14
46	+1	-20	105	+8	-2	164	+6	+14
47	+2	-20	106	+6	-3	165	+8	+13
48	0	-20	107	+6	-2	166	+8	+14
49	0	-21	108	+6	-2	167	+8	+12
50	+2	-20	109	+8	-2	168	+11	+13
51	+2	-18	110	+8	-2	169	+9	+14
52	+1	-20	111	+9	-2	170	+8	+16
53	+2	-21	112	+7	-2	171	+8	+15
54	+2	-20	113	+6	0	172	+7	+16
55	+1	-20	114	+4	0	173	+9	+15
56	+2	-18	115	+4	0	174	+9	+15
57	+2	-17	116	+4	0	175	+11	+15
58	+4	-16	117	+5	+2	176	+11	+17
59	+2	-16	118	+5	0	177	+12	+16
60	+5	-16	119	+6	+1	178	+11	+15
61	+4	-16	120	+3	0	179	+11	+14
62	+5	-15	121	+4	+1	180	+10	+15
63	+6	-16	122	+4	0	181	+10	+15
64	+6	-12	123	+4	+1	182	+8	+16
65	+6	-14	124	+4	+1	183	+12	+19
66	+6	-12	125	+4	+2	184	+10	+20

ცხრილი 1-ის გაგრძელება

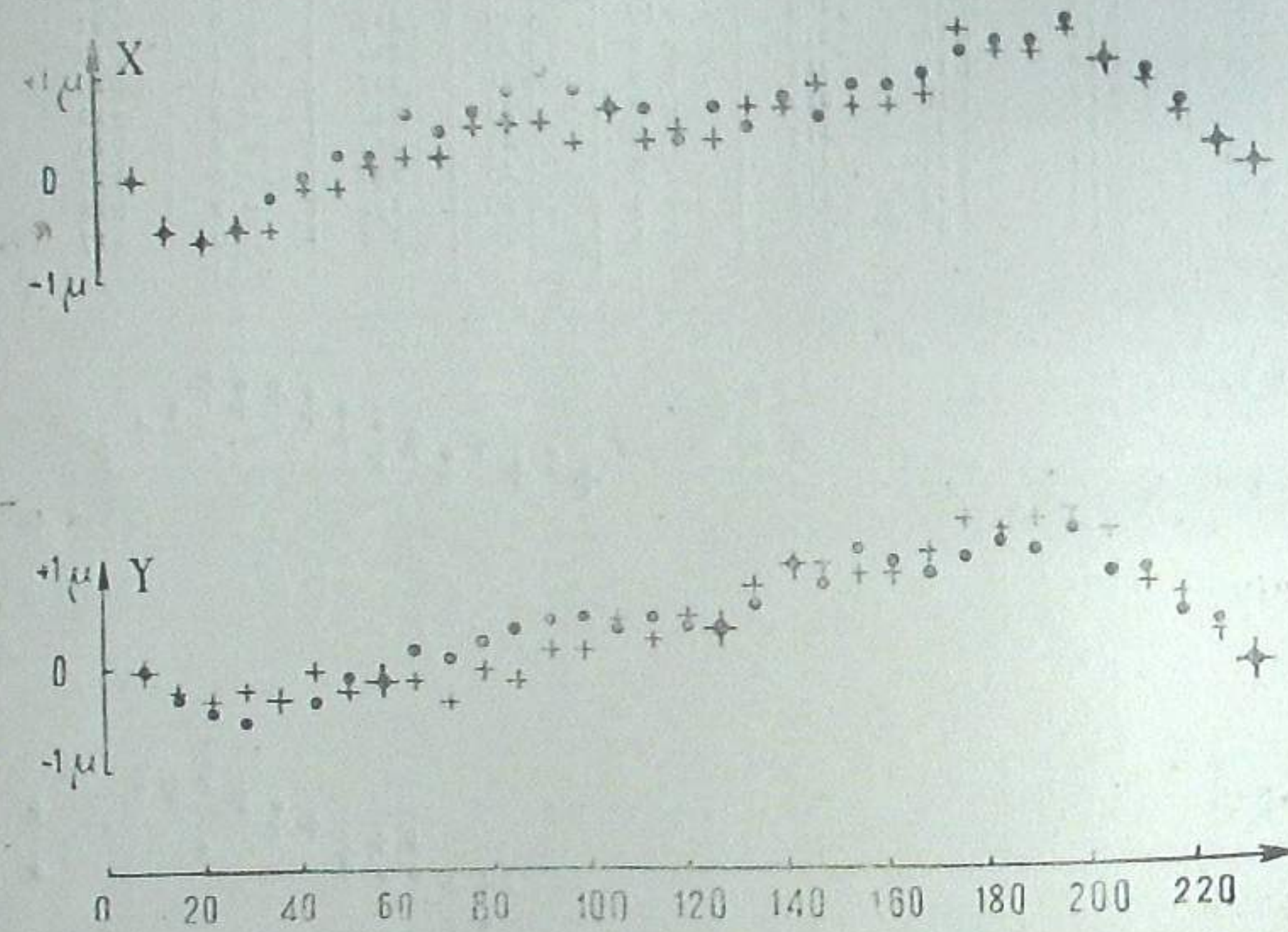
ანათვლი სკალაზე	შესწორებები		ანათვლი სკალაზე	შესწორებები		ანათვლი სკალაზე	შესწორებები	
	x	y		x	y		x	y
185	+12	+18	201	+12	+26	217	+5	+28
186	+11	+18	202	+10	+27	218	+6	+20
187	+12	+18	203	+12	+27	219	+6	+18
188	+12	+19	204	+10	+21	220	+6	+18
189	+14	+19	205	+10	+21	221	+6	+19
190	+12	+20	206	+12	+22	222	+2	+21
191	+14	+17	207	+12	+20	223	+4	+22
192	+12	+17	208	+10	+20	224	+2	+22
193	+12	+15	209	+10	+20	225	+2	+21
194	+12	+16	210	+8	+20	226	+1	+22
195	+12	+15	211	+9	+21	227	+2	+20
196	+12	+16	212	+8	+25	228	-2	+22
197	+14	+23	213	+8	+25	229	-2	+20
198	+12	+25	214	+8	+26	230	-2	+22
199	+16	+27	215	+5	+28	231	-2	+22
200	+10	+28	216	+5	+28	232	0	+17



ნახ. 3

საყრდენი შტრიხებისათვის ცალკეული ავტორის მიერ მიღებული შესწორებები გრაფიკული სახით წარმოდგენილია მე-3 ნახაზზე (ჯვრები აღნიშნავენ გ. სალუქვაძის შედეგებს, წერტილები—ა. ხატისოვისას, ჯვრები წერტილებით—ურთიერთდამთხვეულთ).

გრაფიკულადაა აგრეთვე წარმოდგენილი ავტორების მიერ განსაზღვრული და სკალათა პასპორტებში მოცემული შესწორებები (ნახ. 4). აქ, რა თქმა უნდა, გათვალისწინებულია ნულ-პუნქტსა და მასშტაბებს შორის განსხვავება. (ნახ. 4-ზე ჯვრები აღნიშნავს ქარხნის მონაცემებს, წერტილები—ავტორთა შედეგებს, ჯვრები წერტილებით—განსაზღვრებს, რომლებიც ერთიმეორეს დაემთხვა). როგორც გრაფიკები გვიჩვენებს, შედეგები ორივე შემთხვევაში საკმაოდ კარგად ეთანხმება ერთმანეთს.



ნახ. 4

ბ) სპირალური მიკრომეტრების ცდომილებები. სპირალურ მიკრომეტრებს ახასიათებს ორი სახის ცდომილება — გადატანითი და პერიოდული. სპირალის ორ მეზობელ ხეათა შორის მანძილების არატოლობით გამოწვეული გადატანითი ცდომილებების გამოსარკვევად სპირალის ბიჯის ტოლი დამხმარე მონაკვეთი უნდა გაიზომოს სპირალის სხვადასხვა ხეით. გაზომვები წარმოებს წრიული სკალის ერთსა და იმავე ანათვალზე (პერიოდული ცდომილებების გამოსარიცხად). (10)—სახის განტოლებათა სისტემა ამოიხსნება იმ პირობით, რომ $\Delta_1 = 0$ და $\Delta_{10} = 0$ (გამოკვლევა აქაც რიდბერგის მეთოდით წარმოებს).

დამხმარე ინტერვალად გამოყენებულ იქნა საზომი ლუბის მინის სკალა, რომლის ერთი დანაყოფის ფასი ტოლია 0,1 მმ. დამხმარე სკალის გადაადგილე-

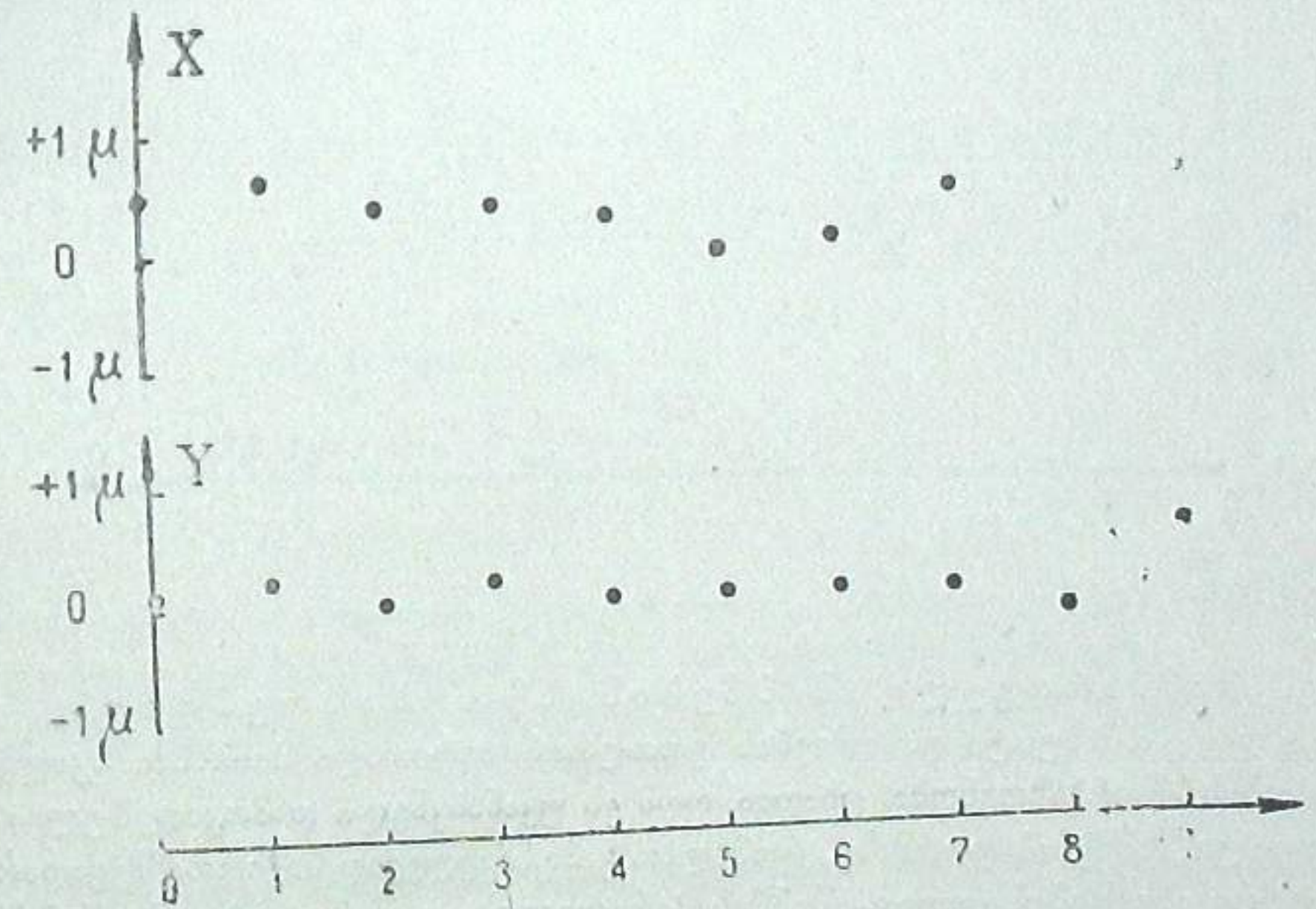
ბა ურიკის მიმართ ხდებოდა სპეციალურად გაკეთებული მოწყობილობის დახმარებით.

თითოეული მიკრომეტრისათვის ჩატარდა გაზომვათა ხუთ-ხუთი სერია. შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილსა და მე-5 ნახაზზე.

ცხრილი 2

სპირალური მიკრომეტრების გადატანითი ცდომილებები (0,0001 მმ-ში)					
ანათვალის სკალაზე	X	Y	ანათვალის სკალაზე	X	Y
0.0	0	0	0.5	+3	+1
0.1	+2	+1	0.6	+4	0
0.2	+2	+2	0.7	+2	-1
0.3	+3	+2	0.8	+1	-2
0.4	+3	+3	0.9	0	-2

პერიოდული ცდომილებები გამოწვეულია წრიული სკალის ცენტრისა და ბრუნვის წერტილის არაიგივურობით. ისინი მეორდება სპირალის ყოველი შემობრუნების შემდეგ.



ნახ. 5

დამხმარე სკალაზე, რომლითაც ვსარგებლობდით გადატანითი ცდომილებების გამოსაკვლევად, ორ მეზობელ შტრიხს შორის გაჭიმულ იქნა ობობას ქსელის ძაფი, ისე, რომ მანძილი ობობას ქსელის ძაფსა და ერთერთ შტრიხს შორის ყოფილიყო სპირალის ერთი შემობრუნების 2/5-ის ტოლი, ე. ი. 0,04 მმ. ამ ინტერვალს ვზომავდით წრიული სკალის სხვადასხვა ნაწილით ორ-ორი შემობრუნების ფარგლებში.

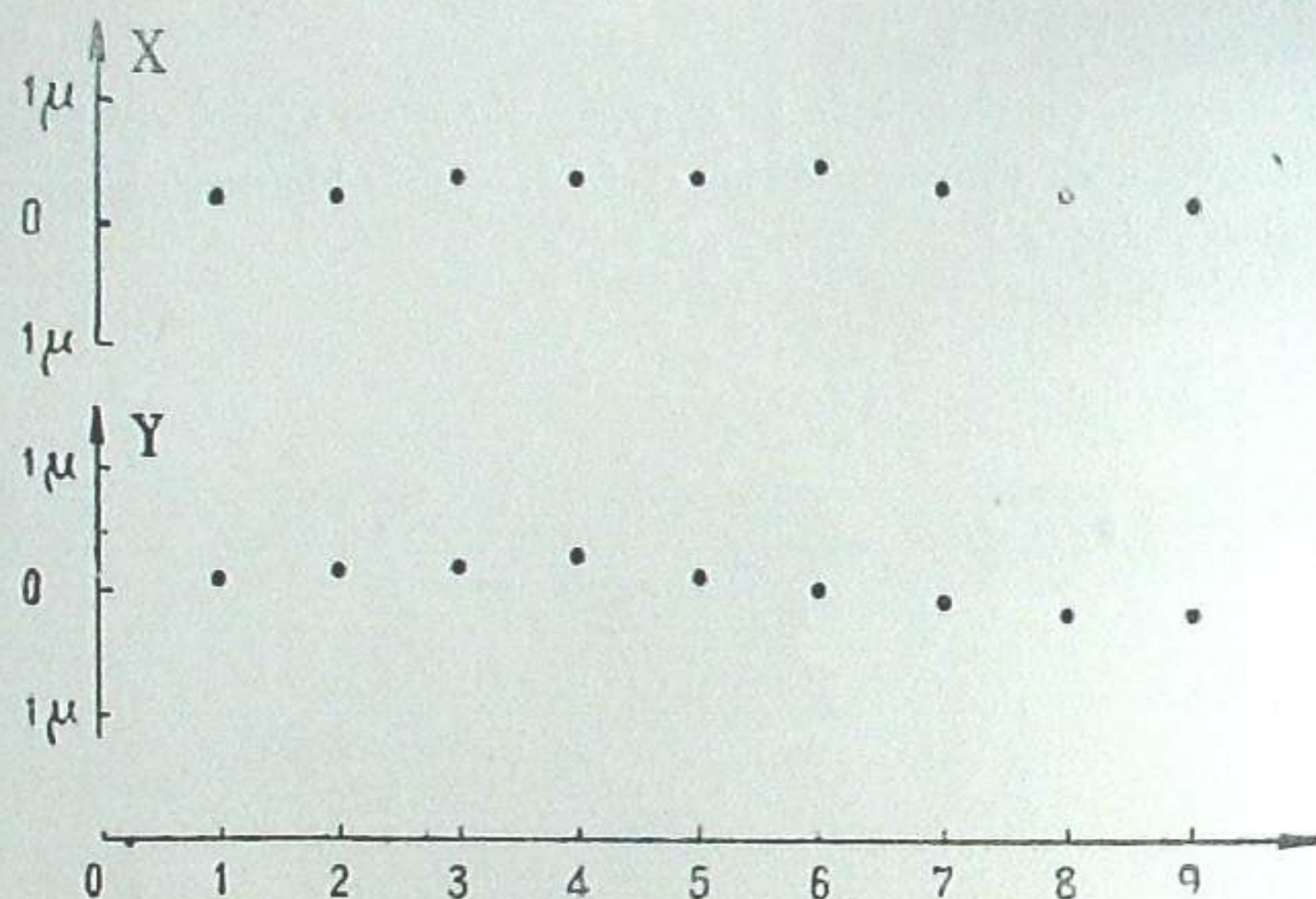
სულ თითოეული მიკრომეტრისათვის ჩატარდა გაზომვათა ხუთ-ხუთი სერია. შედეგები მოცემულია მე-3 ცხრილსა და მე-6 ნახაზზე.

ცხრილი 3

სპირალური მიკრომეტრების პერიოდული ცდომილებები (0.0001 მმ-ში)

შემობრუნების ნაწილები	X	Y	შემობრუნების ნაწილები	X	Y
0.0	+5	+1	0.5	0	0
0.1	+6	+2	0.6	+1	0
0.2	+4	0	0.7	+5	0
0.3	+4	+2	0.8	+3	-2
0.4	+3	0	0.9	+6	+5

როგორც მე-2 და მე-3 ცხრილებიდან ჩანს, სპირალური მიკრომეტრების გადატანითი და პერიოდული ცდომილებები იმდენად მცირეა, რომ შესაძლებელია მათი უგულებელყოფა ზუსტი ასტროფოტოგრაფიული გაზომვებითაც კი.



ნახ. 6

გ) მიმმართველი შიმშების სწორხაზოვნობის გამოკვლევა. ზუსტი გაზომვების ერთ-ერთი ძირითადი პირობაა სკალის მოძრაობის სწორხაზოვნობა. ცხადია, რომ ეს უკანასკნელი დამოკიდებულია მიმმართველი შიმშების ფორმაზე, რომელთა გამოსაკვლევად საჭიროა შევადაროთ ისინი ურიკაზე გამოსაკვლევი შიმშის პარალელურად დამაგრებულს, წინასწარ აღებულ სწორ ხაზს.

მიმმართველი შიმშების სწორხაზოვნობის გამოსაკვლევად და მათი პერიოდულად შემოწმების მიზნით, ხელსაწყოს თან ახლავს სპეციალური მოწყობილობა. ის წარმოადგენს ჩარჩოს, რომელშიც გაჭიმულია ლითონის წვრილი მავთული (დიამეტრით 0,05 მმ). შესაძლებელია მისი შემობრუნება თავის ღერძის გარშემო 180°-ით.

შრომებში [2, 6, 7] აღნიშნულია, რომ ტემპერატურის ცვლილებისას მეტალური ძაფი ვერ ინარჩუნებს თავის ფორმას და ამასთანავე იგი საგრძნობლად განსხვავდება სწორი ხაზისგან. ამის გამო აღნიშნული მავთული წინასწარ შევ-

ცვალეთ ობობას ქსელის ძაფით. გაზომვები ხდებოდა ყოველი 10 მმ-ის დაცილებით, რის შემდეგ ძაფი ბრუნდებოდა 180°-ით და გაზომვები მეორდებოდა. გაზომვების ამ ორი რიგისაგან ხდება საშუალოს აღება, რაც იძლევა საშუალებას გამოირიცხოს ძაფის არასწორხაზოვნობა. გაზომვები ხდებოდა ერთსა და იმავე დღეს 1,5—2 საათის განმავლობაში. ძაფის თითოეულ მდებარეობაში ანათვალის აღება ხდებოდა 4-ჯერ. თითოეული მიმმართველი შიმშის ფორმის გამოსაკვლევად ჩატარებული იქნა გაზომვათა ექვს-ექვსი სერია.

მიმმართველი შიმშების სიმრუდეზე Δl შესწორებები, გამოითვლება შემდეგნაირად. ანათვალის X_1 , რომელიც უშუალოდ მიიღება X-ღერძზე მოცემულ ძაფსწორზე დაყენებისას, შეიცავს შესწორებებს, რომლებიც გამოწვეულია ძაფის Y-ღერძთან არაპარალელობით, მიმმართველი შიმშებისა და შესადარებელი ძაფის სიმრუდით და გაზომვის შემთხვევითი ცდომილებებით, ე. ი.

$$X_1 = x_0 + ay + \Delta l + \Delta \pi, \tag{14}$$

სადაც Δl მიმმართველი შიმშების სიმრუდეზე შესწორებებია და $\Delta \pi$ კი შესწორებებია ძაფის სიმრუდეზე (ვგულისხმობთ, რომ გაზომვის შემთხვევითი ცდომილებები ნულის ტოლია).

180°-ით მობრუნების შემდეგ,

$$X_2 = X'_0 + a'y + \Delta l - \Delta \pi, \tag{15}$$

(14) და (15) გამოსახულებების შეკრების შედეგად ვღებულობთ:

$$\Delta l = \frac{X_1 + X_2}{2} - \frac{X_0 + X'_0}{2} - \frac{a + a'}{2} Y$$

ანუ

$$\Delta l = X_{სა} - (a + bY). \tag{16}$$

ამოცხსნით რა განტოლებათა სისტემას

$$X_{სა} = a + bY.$$

უმცირეს კვადრატთა ხერხით, ვიპოვით a და b კოეფიციენტებს, შემდეგ კი (16) ტოლობიდან მიმმართველი შიმშის სიმრუდეზე შესწორებებს.

გამოკვლევის შედეგები მოცემულია მე-4 ცხრილსა და მე-7 ნახაზზე.

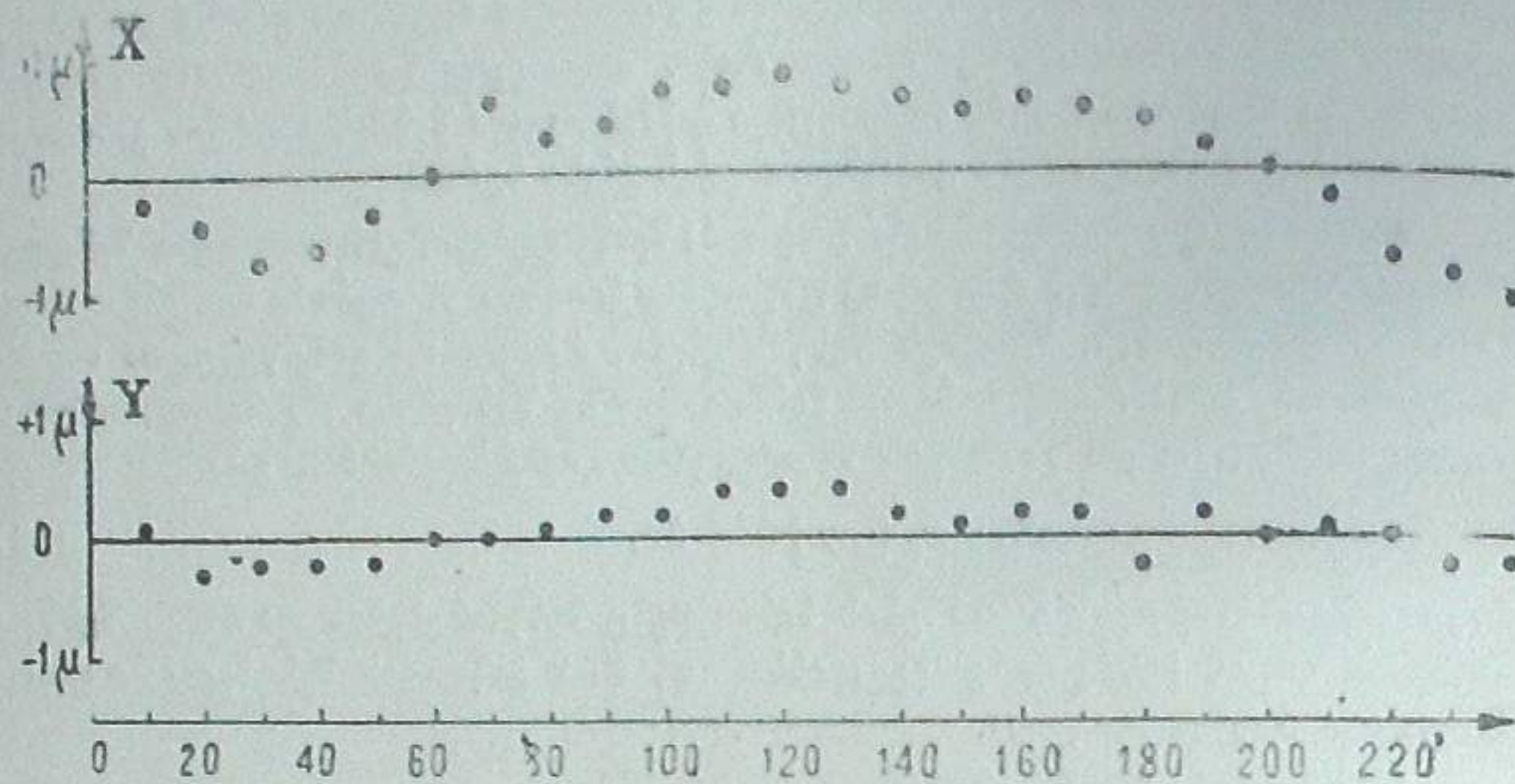
ცხრილი 4

მიმმართველი შიმშების სიმრუდეზე შესწორებები (0.0001 მმ ერთეულებში)

ანათვალის სკალაზე	X	Y	ანათვალის სკალაზე	X	Y	ანათვალის სკალაზე	X	Y
10	-2	+1	90	+4	+2	170	+5	+2
20	-4	-2	100	+7	+2	180	+4	-2
30	-7	-2	110	+7	+4	190	+2	+2
40	-6	-2	120	+8	+4	200	0	0
50	-3	-2	130	+7	+4	210	-2	+1
60	0	0	140	+6	+2	220	-7	0
70	+6	0	150	+5	+1	230	-8	-2
80	+3	+1	160	+6	+2	240	-10	-2

როგორც ცხრილიდან ჩანს, შესწორებები ერთ მიკრონს არ აღემატება.

დ) მიმართველი შიშვების არამართობულობა. ა. კენიგმა (A. König) უჩვენა, რომ თუ ვასაზომი ობიექტის ზუსტ კოორდინატებს აღვ-



ნახ. 7

ნიშნავთ X და Y-ით, გაზომილებს კი x და y-ით, მაშინ საკმაოდ დიდი სიზუსტით [1]:

$$\left. \begin{aligned} X &= x - kx, \\ Y &= y - ix, \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

სადაც k არის სკალათა მასშტაბებს შორის სხვაობა, ხოლო i რადიანებში გამოსახული კუთხე x-ღერძის პერპენდიკულარსა და რეალურ y-ღერძს შორის. k და i-ს საპოვნელად უმცირეს კვადრატთა ხერხით უნდა ამოიხსნას პირობით განტოლებათა შემდეგი სისტემები:

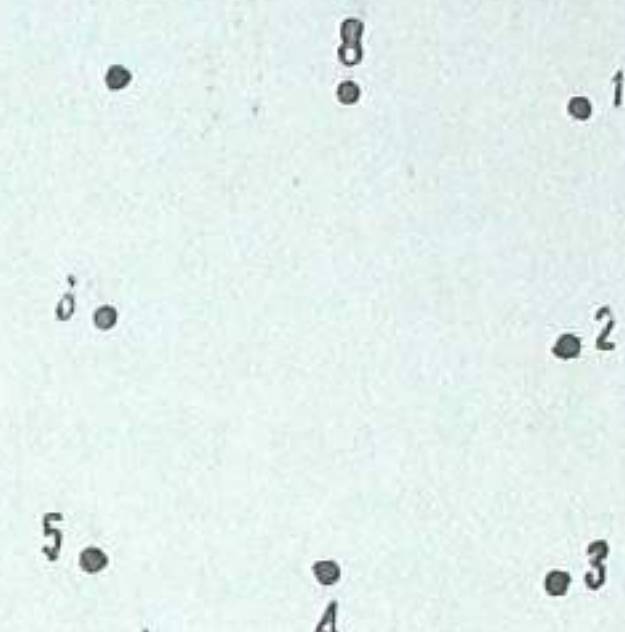
$$\left. \begin{aligned} x_0 f + g x_{90} + p &= x_0 - y_{90}, \\ x_0 h + f x_{90} + q &= x_{90} + y_0, \end{aligned} \right\}$$

სადაც x_0, y_0 და x_{90}, y_{90} არის ვასაზომი წერტილის კოორდინატები ფირფიტის ორი ერთმეორისაგან $90^\circ + \epsilon$ კუთხით განსხვავებულ მდებარეობაში. უცნობი კოეფიციენტები f, g, h, p, q საძებნ სიდიდეებთან დაკავშირებულია შემდეგი ტოლობებით:

$$\left. \begin{aligned} i &= \frac{1}{2}(h-g), \\ k &= f + \frac{1}{2}\epsilon^2 & p &= u + \frac{1}{2}u\epsilon^2 \\ \epsilon &= -\frac{1}{2}(h+g) & q &= v + u\epsilon. \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

u და v არის კოორდინატთა სათავის კოორდინატები ფირფიტის მეორე მდებარეობაში პირველი მდებარეობის სისტემაში. f ყოველი სისტემიდან ამოიხსნება ცალ-ცალკე, ე. ი. k-სათვის მიიღება ორი მნიშვნელობა.

ვასაზომ წერტილებად აღებულ იქნა 20×20 ზომის მინაზე დატანილი 5 მმ ზადის 8 გადაკვეთის წერტილი, რომლებიც განლაგებულია 150×150 მმ კვადრატის გვერდებზე ცენტრის სიმეტრიულად (ნახ. 8). ყველა 8 წერტილი ვასაზომი იქნა 4-ს, ერთმანეთისაგან 90° -ით განსხვავებულ მდებარეობაში. შემდეგ 180° -ით განსხვავებული ანათვლების საშუალო მიღებულ იქნა ერთ მდებარეობად.



ნახ. 8

(18) და (19) განტოლებათა სისტემების ამოხსნისა და (20) ტოლობების დახმარებით მივიღებთ:

$$\left. \begin{aligned} i &= 2.566 \cdot 10^{-5} \text{ რად.} = 5''.29 \\ k_1 &= 9.11 \cdot 10^{-6}, \\ k_2 &= 4.67 \cdot 10^{-6}, \\ \epsilon &= 1.033 \cdot 10^{-5} \text{ რად.} = 2''.13 \end{aligned} \right\}$$

ამრიგად აღმოჩნდა, რომ მიმართველი შიშვები საკმაოდ მაღალი სიზუსტითაა ურთიერთმართობული. k_1 და k_2 -სათვის მიღებული მნიშვნელობები კი გვიჩვენებს, რომ სკალების გამოკვლევით მიღებული შესწორებების შეტანას ვასაზომი კოორდინატებში ძალიან კარგად მიყავს სკალები ერთ საერთო მასშტაბზე.

ე) ურიკის გადაფერდება. ურიკის გადაფერდება გამოწვეულია პარალელოგრამთა შემქმნელი ღეროების უტოლობითა და არაპარალელურობით. ფირფიტა ურიკისთან ერთად გადატანითად მხოლოდ იმ შემთხვევაში გადაადგილდება, თუ აღნიშნული ღეროები წყვილ-წყვილ ტოლი და ზუსტად პარალელური იქნება. თუ ეს პირობა არ იქნება შესრულებული, მაშინ ფირფიტას გადაადგილებისას ბრუნვითი მოძრაობაც ექნება.

შრომაში [2] ჩატარებული ანალიზიდან ჩანს, რომ თუ ღეროების სიგრძეთა შორის განსხვავება არის 0,1 მმ, მაშინ მობრუნების კუთხე უფრო გრძელი ღეროების წყვილისათვის იცვლება $22''.0$ -ით, ხოლო მეორე წყვილისათვის — $39''.6$ -ით. ცდომილება, რომელიც მოქმედებს ვასაზომი კოორდინატებზე, გამოწვეულია ორივე წყვილი ღეროების ცდომილებათა ერთობლივი მოქმედებით.

თუ არსებობს ურიკის გადაფერდება, მაშინ მიმართველი შიშვების ცდომილებები სხვადასხვა იქნება დამხმარე ძაფის სხვადასხვა მდებარეობაში გა-

ზომვისას. ამასთანავე i -ს მნიშვნელობა დამოკიდებული უნდა იყოს გაზომილი წერტილების განლაგებაზე.

[2]-ში მიმართველი შიშვების მართობულობის გამოსაკვლევად გამოყენებულია ორი, დაახლოებით ურთიერთპერპენდიკულარული მონაკვეთის ბოლოებზე მდებარე 4 წერტილი, რომლებიც იზომება ორ ერთმანეთისაგან 90° -ით განსხვავებულ მდებარეობაში. ამ შემთხვევაში

$$i = \frac{1}{2} (\varphi_1 - \psi_1 + \varphi_2 - \psi_2) \quad (21)$$

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi_1 &= \frac{y_{31} - y_{11}}{x_{31} - x_{11}}, & \operatorname{tg} \psi &= \frac{x_{41} - x_{21}}{y_{41} - y_{21}}, \\ \operatorname{tg} \varphi_2 &= \frac{y_{22} - y_{42}}{x_{22} - x_{42}}, & \operatorname{tg} \psi &= \frac{x_{32} - x_{12}}{y_{32} - y_{12}} \end{aligned} \quad (22)$$

სადაც x და y -ის ნიშნაკებიდან პირველი უჩვენებს წერტილის ნომერს მეორე—ფირფიტის მდებარეობას, φ_1 არის კუთხე 1,3 წერტილების შემაერთებელ სწორსა და X -ღერძს შორის ფირფიტის პირველ მდებარეობაში, ψ_1 კუთხე 2,4 წერტილების შემაერთებელ სწორსა და Y -ღერძს შორის კუთხე ფირფიტის ამავე მდებარეობაში. φ_2 -კუთხე 1,3 წერტილების შემაერთებელ სწორსა და x -ღერძს შორის ფირფიტის მეორე მდებარეობაში, ψ_2 -კუთხე 4,2 წყვილის შემაერთებელ სწორსა და y -ღერძს შორის ფირფიტის მეორე მდებარეობაში.

გამოკვლევისათვის გამოყენებულ იქნა წინა პარაგრაფისათვის მიღებული გაზომვები. კუთხე i განსაზღვრულ იქნა წერტილების 9 სხვადასხვა კომბინაციით. შედეგები მოცემულია მე-5 ცხრილში.

ცხრილი 5

	წერტილების განლაგება (ნახ. 8)	i	$i - \bar{i}$
1	4-8; 6-2	+ 2.27	- 0.74
2	5-2; 6-2	- 0.34	- 3.35
3	4-8; 7-1	+ 7.98	+ 4.97
4	3-1; 6-2	- 0.80	- 3.081
5	4-8; 5-3	- 3.00	- 6.01
6	5-7; 7-1	+ 6.18	+ 3.17
7	3-1; 7-1	+ 15.60	+ 12.59
8	3-1; 5-3	+ 3.99	+ 0.98
9	5-7; 5-3	- 4.79	- 7.80
		+ 3.01	

როგორც ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, i -ს მნიშვნელობების გაზნევა არ აღწევს იმ სიდიდეებს, რომლებიც შეესაბამება ღეროების სიგრძეებს შორის 0,1 მმ განსხვავებას, ე. ი. გამოსაკვლევი ხელსაწყოების პარალელოგრამების შემქმნელი ღეროების სიგრძეებს შორის განსხვავება, თუ ის არსებობს, არ აღწევს 0,1 მმ-ს.

როგორც ვხედავთ, კუთხე i განსაზღვრულ იქნა ორი სხვადასხვა მეთოდით. მიღებული მნიშვნელობები საკმაოდ კარგად ემთხვევა ერთმანეთს. საბოლოოდ შეგვიძლია ჩავთვალოთ, რომ

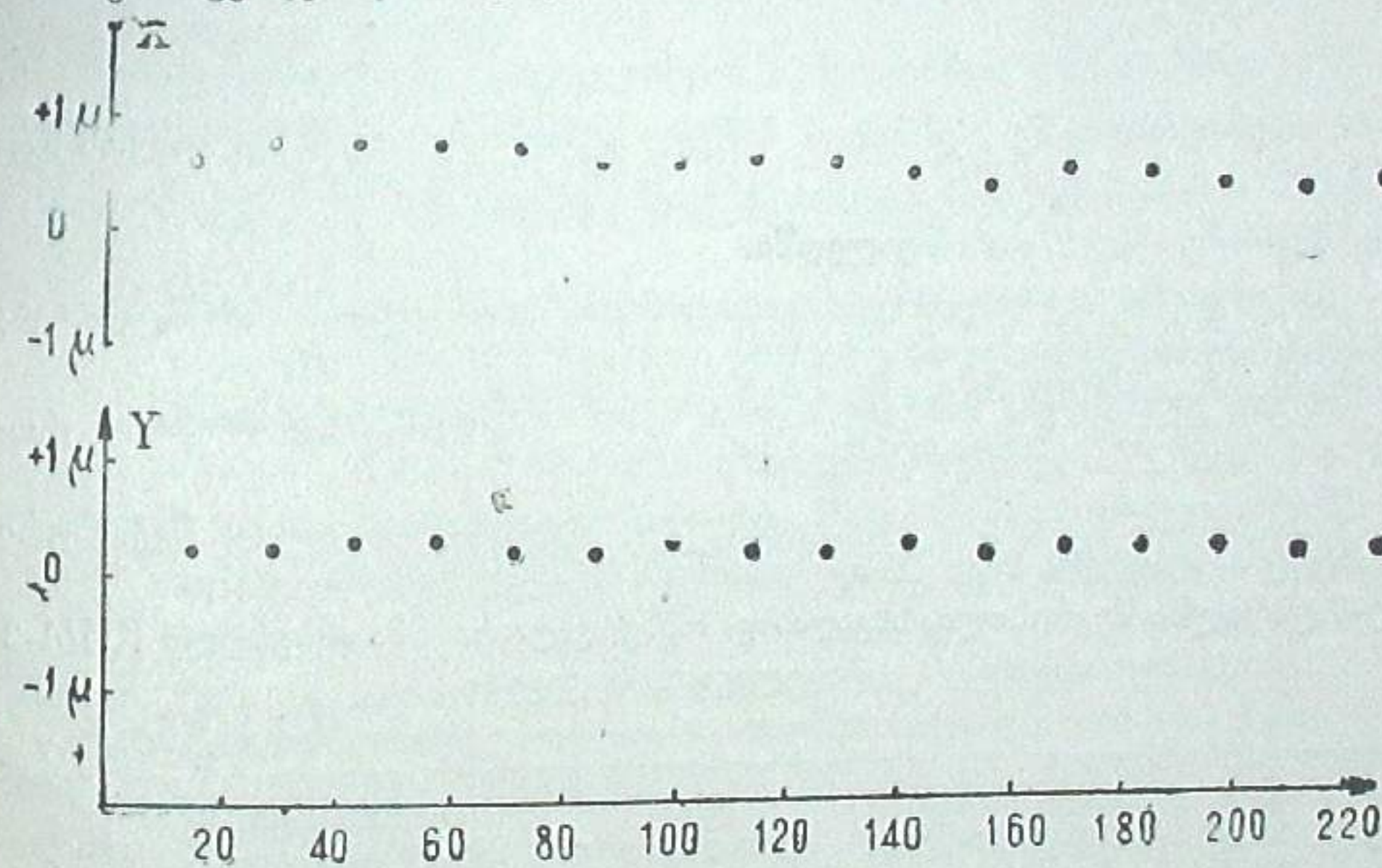
$$i = 4'1.2,$$

ვ) რენი მთელი სკალის გასწვრივ. რენის ცდომილების გამოსაკვლევად ვისარგებლეთ თითოეული სკალის 16 ინტერვალის საშუალოდ შტრიხების გაზომვებით. რენის მნიშვნელობა ცალკეული ინტერვალისათვის მოცემულია მე-6 ცხრილში.

ცხრილი 6
შესწორებები რენზე სპირალის ერთი შემობრუნებისათვის $0,01\mu$ ერთეულებში

ინტერვალი	x	y	ინტერვალი	x	y
8-22	+6	+2	120-134	+8	+2
22-36	+8	+2	134-148	+7	+3
36-50	+8	+3	148-162	+6	+2
50-64	+8	+3	162-176	+8	+3
64-78	+8	+2	176-190	+8	+3
78-92	+7	+3	190-204	+8	+3
92-106	+7	+2	204-218	+7	+2
106-120	+8	+2	218-232	+8	+2

რენის ცვალებადობა სკალების გასწვრივ მოცემულია მე-9 ნახაზზე.



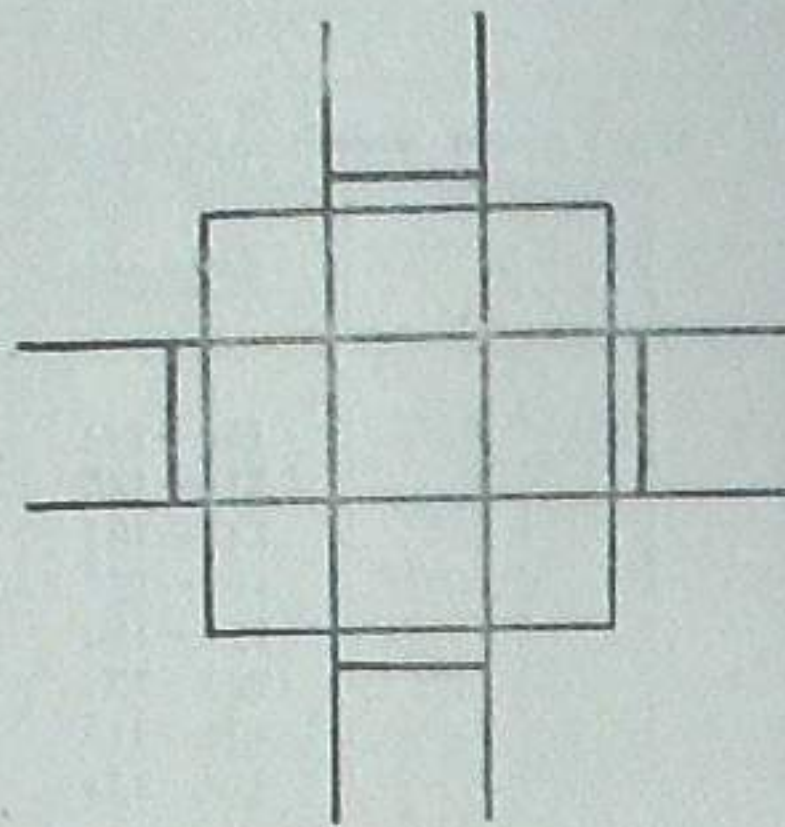
ნახ. 9

8) საზომი ბადის კვადრატთა ცენტრების არათანმთხვევა. КИМ-3-ის საზომი ბადე წარმოადგენს კვადრატს დამატებითი ხაზებით (ნახ. 10).

გასაზომი ობიექტი, სიდიდის მიხედვით, თავსდება მცირე—ცენტრალური ან დიდი კვადრატის შუაში. ამიტომ სხვადასხვა სიდიდის ობიექტების გაზომილ კოორდინატებს შორის სისტემატური განსხვავება რომ არ იყოს, საჭიროა აღნიშნულ კვადრატთა ცენტრები ერთმანეთს ემთხვეოდეს. ამ გარემოების გამოკვლევის მეთოდი მეტად ტრივიალურია და ამიტომ აღწერას არ საჭიროებს.

გამოკვლევამ დაგვანახა, რომ მცირე კვადრატის ცენტრი დიდი კვადრატის ცენტრის მიმართ გადაადგილებულია $0,8 \mu$ -ით, ამიტომ სხვადასხვა სიკაშკაშის

ვარსკვლავების გაზომვისას საჭიროა ფირფიტის ორ ერთმანეთისაგან 180°-ით განსხვავებულ მდებარეობაში გაზომვა. (რევერსიული პრიზმით მობრუნება არ არის საკმარისი).



ნახ. 10

§ 4 დასკვნა. შესრულებული გამოკვლევის შედეგები გვიჩვენებს, (ისინი თავმოყრილია მე-7 ცხრილის პირველ სტრიქონში), რომ ხელსაწყოთა სკალეებზე შტრიხების დატანის ცდომილება არ აღემატება 1.5 μ-ს და, როგორც წესი, მდებარეობს 1.0 μ-ის შუალედში.

სპირალური მიკრომეტრების გადატანითი ცდომილებები არ აღემატება ±0.4 μ-ს, პერიოდული კი — ±0.6 μ-ს.

რენის ცდომილება სპირალის ერთ შემობრუნებაზე X-ღერძისათვის ტოლია +0.08 μ, Y-სათვის კი +0.02 μ.

მიმმართველი შიშვები დამზადებულია მაღალხარისხოვნად; მაქსიმური ცდომილება შეადგენს 1.0 μ X-სკალისათვის, Y-სკალისათვის — 0.4 μ.

მე-7 ცხრილში შეკრებილია სხვადასხვა ობსერვატორიებში არსებული კიმ-3 ტიპის საზომი ხელსაწყოების გამოკვლევათა შედეგები.

ცხრილი 7

№ სახელწოდება	სკალის შტრიხების შესწორების	სპირალური მიკრომეტრების შესწორებები		რენი სპირალის ერთ შემობრუნებაზე		მიმმართველი შიშვების სწორება		i	ლიტერატურა
		გადატანითი	პერიოდული	x	//	x	//		
		550001	1.5	0.4	0.6	0.08	0.02		
?	2.0	0.8	0.8	0.06	0.01	3.8	4.7	4.31	
520001	1.0	—	0.4	—	—	1.2	0.5	—	
530001	1.6	0.0	0.2	—	—	0.0	2.6	0.65	
550002	1.7	1.9	0.9	0.02	0.25	0.8	1.0	22.8	
510002	0.8	0.4	0.3	0.20	0.03	3.8	2.3	—	

ამრიგად, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ კიმ-3-ის ჩვენ მიერ გამოკვლეული ეგზემპლარი (№ 550001) წარმოადგენს ერთობ მაღალხარისხოვნად დამზადე-

ბულსა და ზუსტ კოორდინატ-საზომ ხელსაწყოთა, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს პრეციზიული ასტრომეტრიის მიზნებისათვის გაზომვების შესასრულებლად.

დეკემბერი, 1962.

ИССЛЕДОВАНИЕ КООРДИНАТНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ КИМ-3

Г. Н. САЛУКВАДЗЕ и А. Ш. ХАТИСОВ

(Резюме)

В статье приводятся результаты исследования координатно-измерительной машины КИМ-3 № 550001, установленной в Абастуманской астрофизической обсерватории.

Были исследованы все основные ошибки указанного прибора:

- а) Ошибки штрихов шкал,
 - б) Периодические и поступательные ошибки спиральных микрометров,
 - в) Непрямолинейность направляющих линейек,
 - г) Неперпендикулярность направляющих линейек,
 - д) Перекос платформы,
 - е) Рэн,
 - ж) Несовпадение центров измерительных квадратов.
- Исследование выполнено «в две руки» — обоими авторами, независимо друг от друга. Окончательный же результат является средним из двух.

Исследование проведено по методу, изложенному в работе Х. И. Поттера и О. Н. Чудовичевой [3]. Этот метод представляется наиболее рациональным при исследовании таких длинных шкал, какие имеются при КИМ-3, (длина каждой шкалы 240 мм).

Ошибки нанесения штрихов на измерительных шкалах лежат, как правило, в пределах одного микрона и в редких случаях достигают 1.5 μ (таблица 1).

Поступательные ошибки спиральных микрометров не превосходят 0.4 μ (таблица 2, рис. 5), а периодические — 0.6 микрона (таблица 3, рис. 6).

Рэн на один оборот спирали для шкалы X составляет +0.08μ, для шкалы Y — 0.02μ (таблица 6, рис. 9).

Направляющие линейки прибора изготовлены с большой точностью. Поправки направляющей параллельной оси X не превосходят 10μ, а поправки за кривизну направляющей параллельной оси Y, меньше 0.5 микрона (таблица 4, рис. 7).

Направляющие линейки перпендикулярны с большой точностью (i = 4''·20).

Результаты проведенного исследования подтверждают, что прибор КИМ-3 является весьма точным прибором и им можно успешно пользоваться при точных астрофотографических измерениях.

AN INVESTIGATION OF THE MEASURING MACHINE KIM-3

G. N. SALUKVADZE and A. Sh. KHATISOV

დავით აღმაშენებლის ინსტიტუტი

1. König A. Über einen Zeißischen Koordinatenmeßapparat. AN. 1932, 246, 5893 237—252.
2. Бугославская Е. Я. Измерительный прибор КИМ-3. Труды Гос. астрон. инст. им. Штернберга. 1961, 30, 164—180.
3. Поттер Х. И., Чудовичева О. Н. Исследование координатно-измерительной машины КИМ-3. Изв. Гл. Астрон. (Пулковской) обс. АН СССР. 1957, 20, № 157, 121—132.
4. Блажко С. Н. Курс практической астрономии. 1951, М.—Л.,
5. Зверев М. С. Фундаментальная астрометрия. Успехи астрон. наук. 1954, 6, 3—143.
6. Канаев И. И. Вань Лай. Результаты исследования прибора КИМ-3 № 550002. Изв. Гл. астрон. (Пулковской) обс. 1960, 22, 166, 180—183.
7. Середа Е. М. Результаты исследования координатно-измерительной машины КИМ-3. Изв. Гл. астрон. обс. АН УССР. 1962, 4, 2, 16—23.
8. Артюхина Н. М., Каримова Д. К. Исследование измерительного прибора КИМ-3. Сообщ. Гос. астрон. инст. им. Штернберга: 1961, № 104, 21—38.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЩЕЛЕЙ СОЛНЕЧНОГО ИНФРАКРАСНОГО СПЕКТРОФОТОМЕТРА И ВНЕЗАТМЕННОГО КОРОНОГРАФА

Э. И. ТЕТРУАШВИЛИ и Д. С. ХЕЦУРИАНИ

Целью нашей работы было исследование щелей инфракрасного спектрофотометра Абастуманской обсерватории [1] и внезатмненного коронографа, собираемого в обсерватории. Щели коронографа изготовлены в механической мастерской Пулковской обсерватории Д. С. Усановым (описание подобных щелей дано в работе [2]).

Исследование состояло из следующих этапов.

1. Определение нуль-пунктов шкалы головок щелей.
2. Проверка соотношения между отсчетами по шкале и шириной раскрытия щелей.
3. Определение клиновидности щелей.
4. Определение качества рабочих краев щек.
5. Исследование радиусов и положений центров кривизны щек кривой щели.

Для решения четырех из перечисленных задач мы пользовались дифракционным методом Ю. Н. Липского [3, 4], а пятая в основном выполнена на универсальном измерительном микроскопе (УИМ-21).

Метод Липского основан на наблюдении дифракционной картины, получаемой от исследуемой щели. Согласно теории дифракции разность фаз φ для лучей, идущих от разных щек щели, выражается формулой:

$$\varphi = \frac{\pi}{\lambda} d \sin \alpha,$$

где λ —длина волны падающего света, d —ширина щели, α —угловое расстояние точек дифракционной картины от центра. Минимумам яркости соответствуют:

$$\varphi = \pi, 2\pi, 3\pi, \dots$$

а максимумам —

$$\varphi = 0, 1.43\pi, 2.46\pi, 3.47\pi, \dots$$

Зная расстояние щели от фотопластики, на которой фотографируется дифракционная картина, и измерив расстояние между максимумами или минимумами, можно получить значение α и определить из вышеприведенной формулы ширину щели: $d = \frac{\lambda}{\sin \alpha}$ для первого миниму-

ма, $d = \frac{2\lambda}{\sin\alpha}$ — для второго, $d = \frac{3\lambda}{\sin\alpha}$ для третьего и т. д.; $d = \frac{1.43\lambda}{\sin\alpha}$ для первого максимума, $d = \frac{2.46\lambda}{\sin\alpha}$ — для второго и т. д.

Установка для фотографирования дифракционной картины от щели была собрана на оптической скамье. Схематически она изображена на рис. 1. Источником света J служила ленточная лампа СИ-6 (6-вольтовая, мощностью 100 ватт.). Пучок, идущий от лампы, диафрагмировался круглой диафрагмой D_1 и фокусировался линзой L_1 (фокусное расстояние 9 см) на диафрагму D_2 с точечным отверстием (диаметром 0.5 мм). Расходящийся пучок лучей, идущий от точечного источника D_2 , превращался в параллельный пучок с помощью линзы L_2 (фокусное расстояние 11 см.). В параллельном пучке ставилась исследуемая щель S (на расстоянии 23 см от линзы L_2). Перед щелью был поставлен интерференционный фильтр F с узкой полосой пропускания (100Å) с острым максимумом на 5870Å . Дифракционная картина от щели фотографировалась на пластинке P , которая помещалась на разных расстояниях в зависимости от ширины раскрытия щели. Использовались фотопластинки Кодак ОаФ, спектральная чувствительность которых меняется очень незначительно в области $5000-6000\text{Å}$ (по исследованиям И. И. Брейдо и А. А. Маркеловой [5]), т. е. за эффективную длину волны можно брать максимум пропускания светофильтра. Пластика помещалась так, чтобы ось пучка приходилась на центр пластинки и чтобы светочувствительный слой был перпендикулярен оси пучка света, что осуществляется тогда, когда отражение щели от перевернутой пластинки попадает обратно в щель. Аналогично проверялась перпендикулярность щели и поверхности интерференционного фильтра к оси пучка.

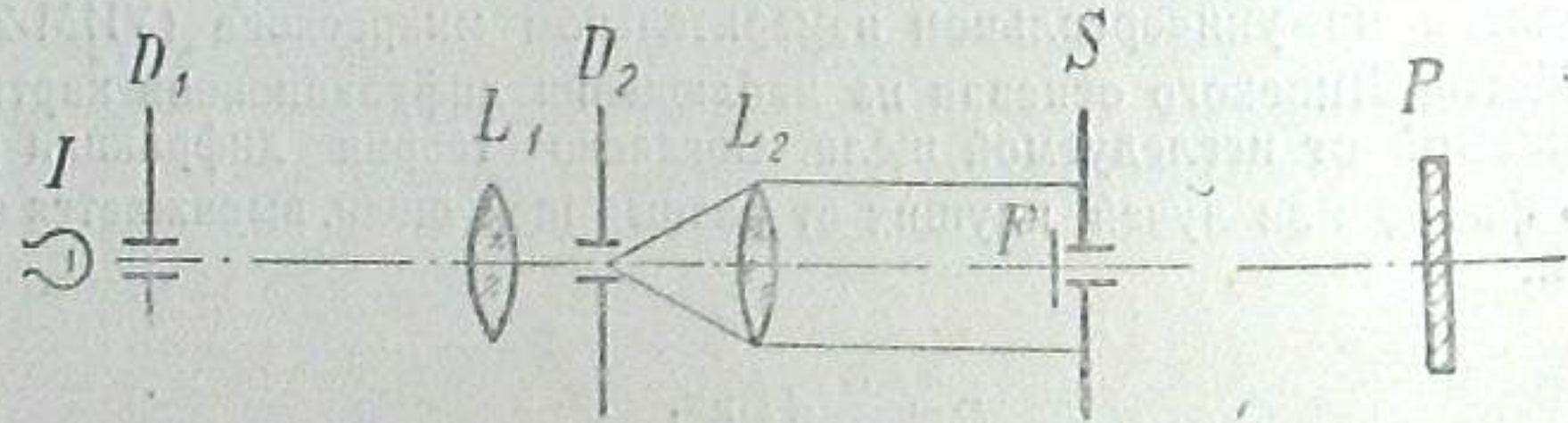


Рис. 1

Вся установка помещалась в трубе, почерненной внутри и состоящей из нескольких съемных частей, что обеспечивает свободный доступ к нужным элементам установки.

Фотографирование велось при различных ширинах раскрытия щелей. Время экспозиции, отчет по шкале головки щели и расстояние от щели до пластинки даны в таблице 1.

Как показывают снимки дифракционной картины от щелей, щели не имеют заметных дефектов, кроме двух выступов в нижней части входной щели спектрофотометра, которые едва заметны на снимках, полученных для очень узкой щели (0.018 мм). Так как выступы, по-видимому, очень малы и, что, главное, нижняя и верхняя части щели не используются (минимум по 5 мм с обеих сторон срезается клиновидным ограничителем), нет необходимости подвергать щель новой перешли-

фовке. Фотография дифракционной картины от входной щели при ширине 0.055 мм дана на рис. 2; выходной щели при ширине 0.049 мм — на рис. 3; прямой щели при ширине 0.07 мм — на рис. 4 и кривой щели при ширине 0.07 мм — на рис. 5. Снимки показывают, что входная и выходная щели спектрофотометра не обладают клиновидностью, полосы максимумов и минимумов параллельны между собой. То же самое пока-

Таблица 1

Щель	Отсчет по шкале головки щели	Расстояние от щели до пластинки в мм	Время экспозиции
Входная	0.040	121.2	24.00м.
	0.050	129.0	1 00
	0.080	348.8	10
	0.100	348.8	4
	0.130	348.8	3
Выходная	0.000	131.3	15
	0.050	352.9	15
	0.080	352.9	12
	0.100	352.9	8
	0.1	413.0	1 30
Прямая	0.2	1022.0	55
	0.4	1022.0	30
	0.6	1022.0	22
Кривая	0.6	413.0	30
	0.8	413.0	7
	1.0	413.0	4
	1.2	413.0	4

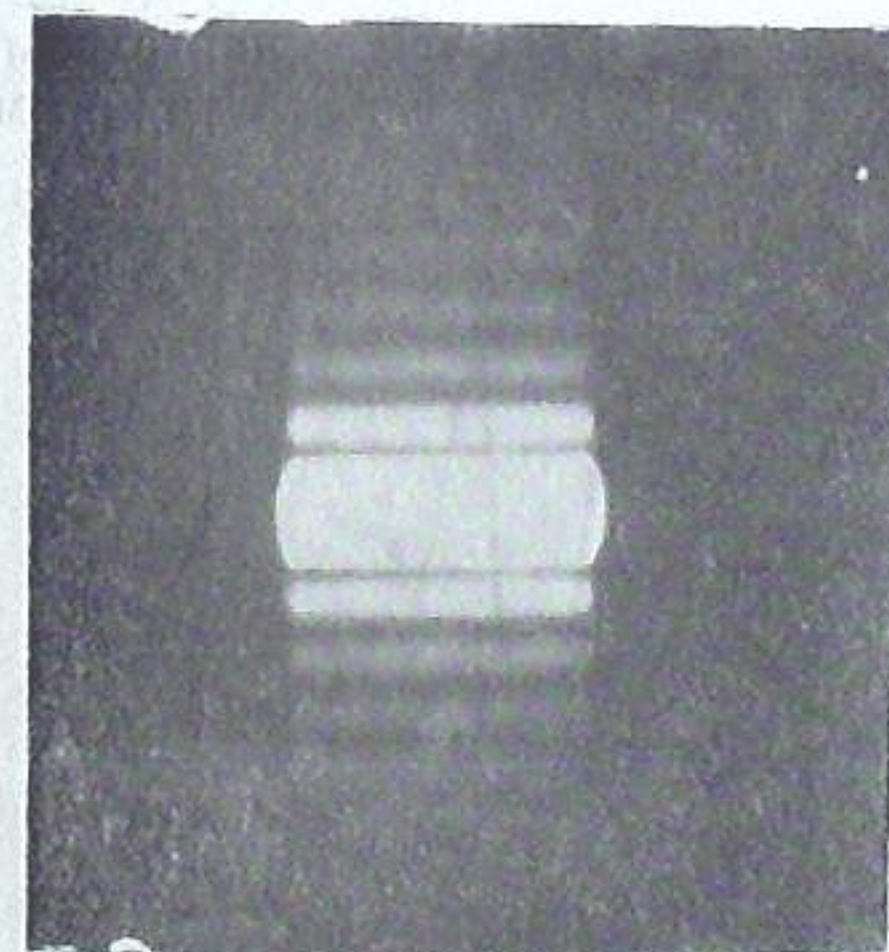


Рис. 2

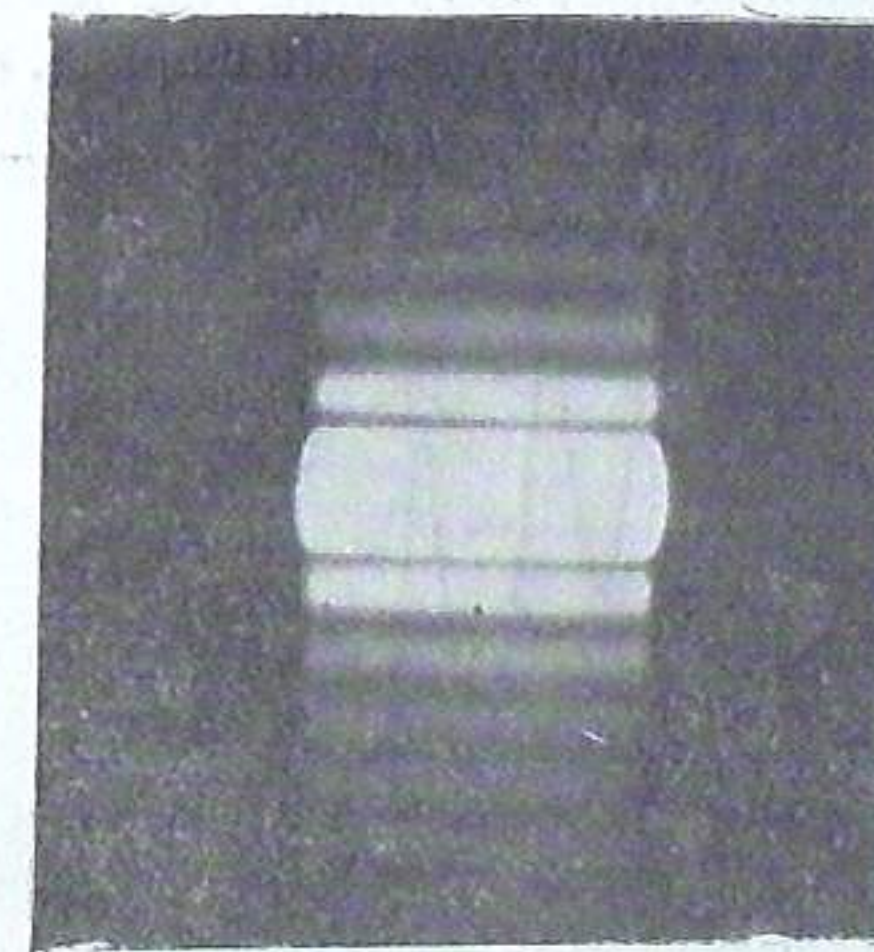


Рис. 3

зывают и результаты измерений и вычислений (таблицы 2 и 3). На снимках дифракционной картины от прямой щели коронографа (рис. 4) замечается незначительная клиновидность, а снимки кривой щели указывают на некоторое расширение ее центральной части.

Полученные дифракционные снимки щели обрабатывались на саморегистрирующем микрофотометре МФ-4. Одна из регистрограмм снимков щелей приведена на рис. 6 (выходная щель спектрофотометра при ширине 0.049 мм). Для проверки клинообразности регистрограмма

получалась в трех разрезах дифракционной картины в верхней, нижней и средней частях. Одновременно было проверено увеличение, даваемое микрофотометром, для чего была получена регистрограмма шкалы с делениями 0.1 мм (шкала от лупы). Затем, для каждой регистрограммы

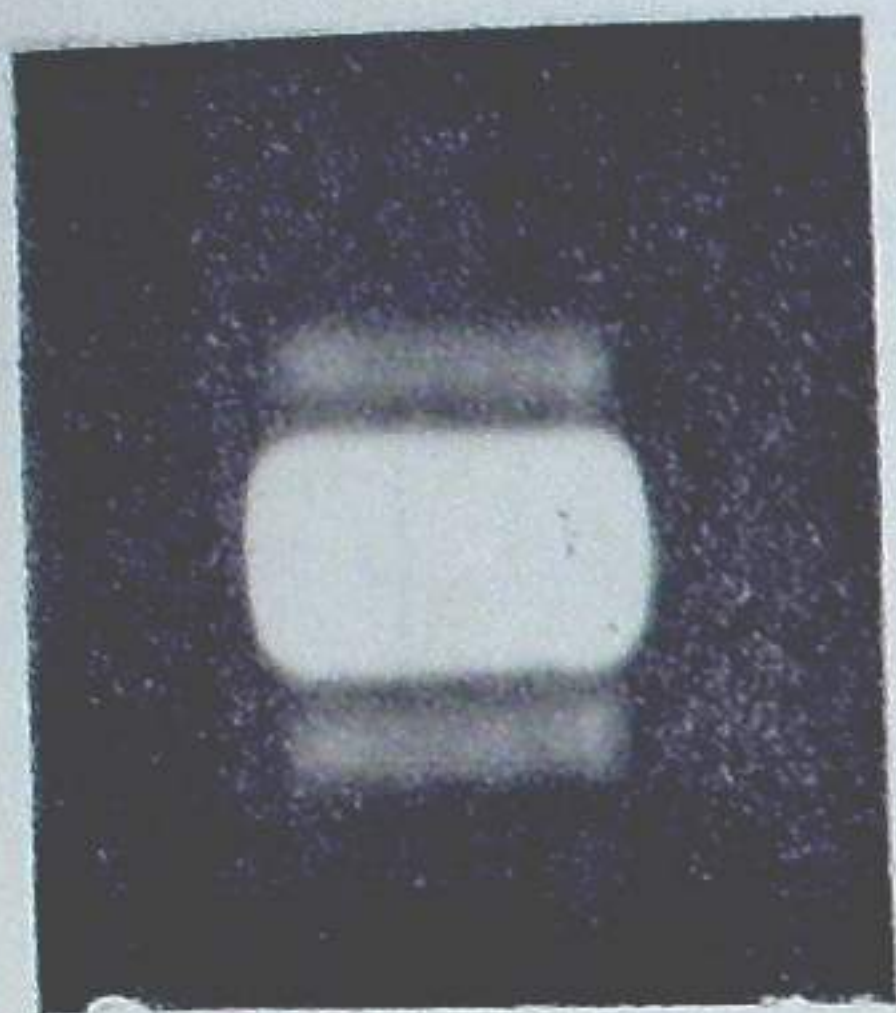


Рис. 4



Рис. 5

было измерено расстояние между максимумами и минимумами, вычислено угловое расстояние максимумов или минимумов от центра центрального максимума и по этим данным определена ширина раскрытия щели. Нужно отметить, что ширина, измеряемая по первым минимумам, систематически получается уже, чем по максимумам или по остальным

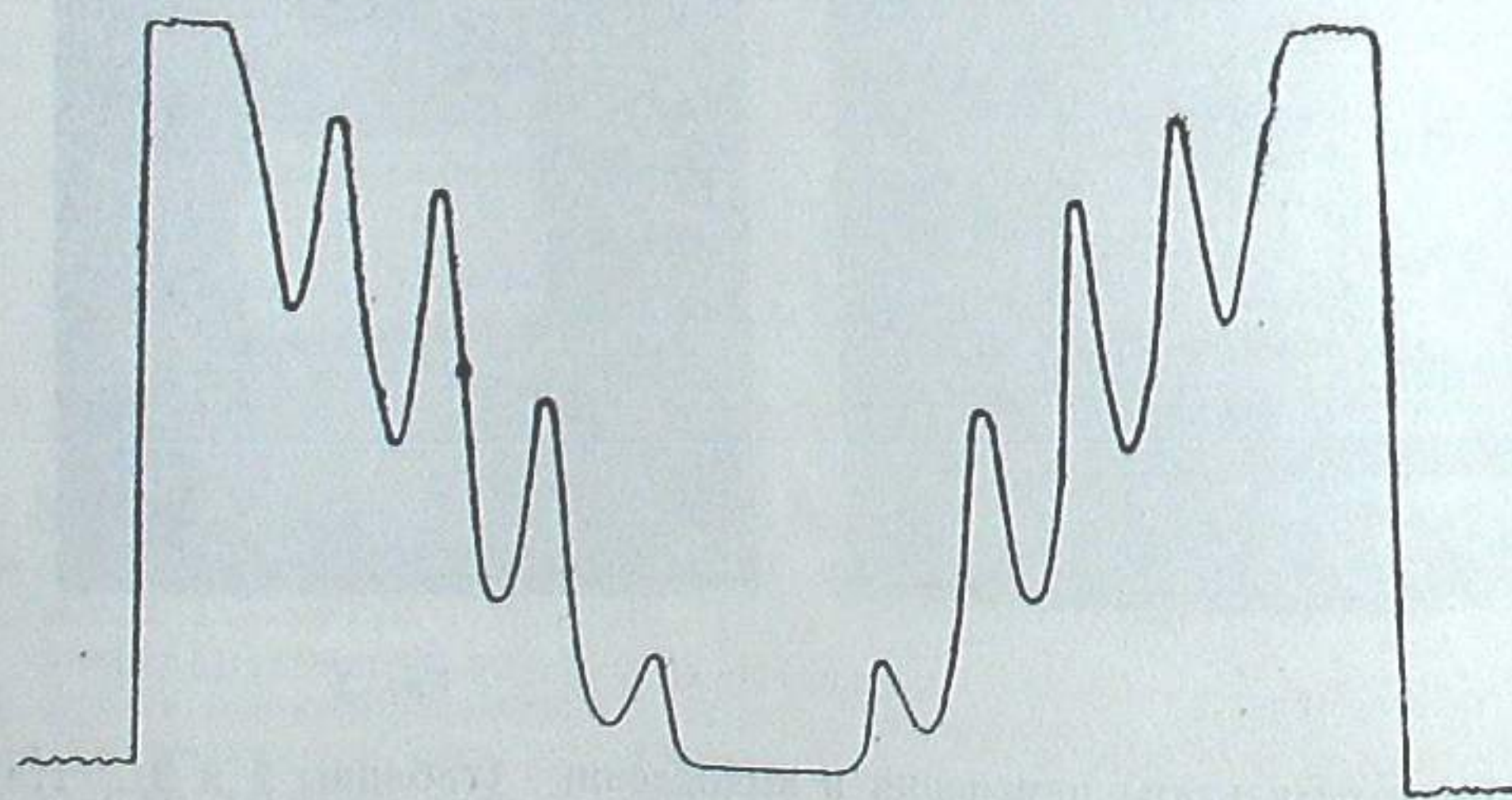


Рис. 6

минимумам. Это можно объяснить тем, что центральный или главный максимум, который является очень ярким, влияет на положение центра первого минимума вследствие засветки со стороны центрального максимума, при этом центр первого минимума как бы перемещается в сторону первого максимума и его угловое расстояние от центрального мак-

симула увеличивается, чему будет соответствовать меньшая ширина щели, чем в действительности. Это обстоятельство нужно учитывать при исследовании щели по методу Липского, особенно в том случае, если не измеряется несколько максимумов и минимумов, как в нашем случае (измерялись, в основном, по 4 максимума и 4 минимума); иначе, можно получить значительно заниженные значения ширины щели.

Действительные ширины в мм даны в таблице 2—для входной щели, 3—выходной, 4—прямой, 5—кривой.

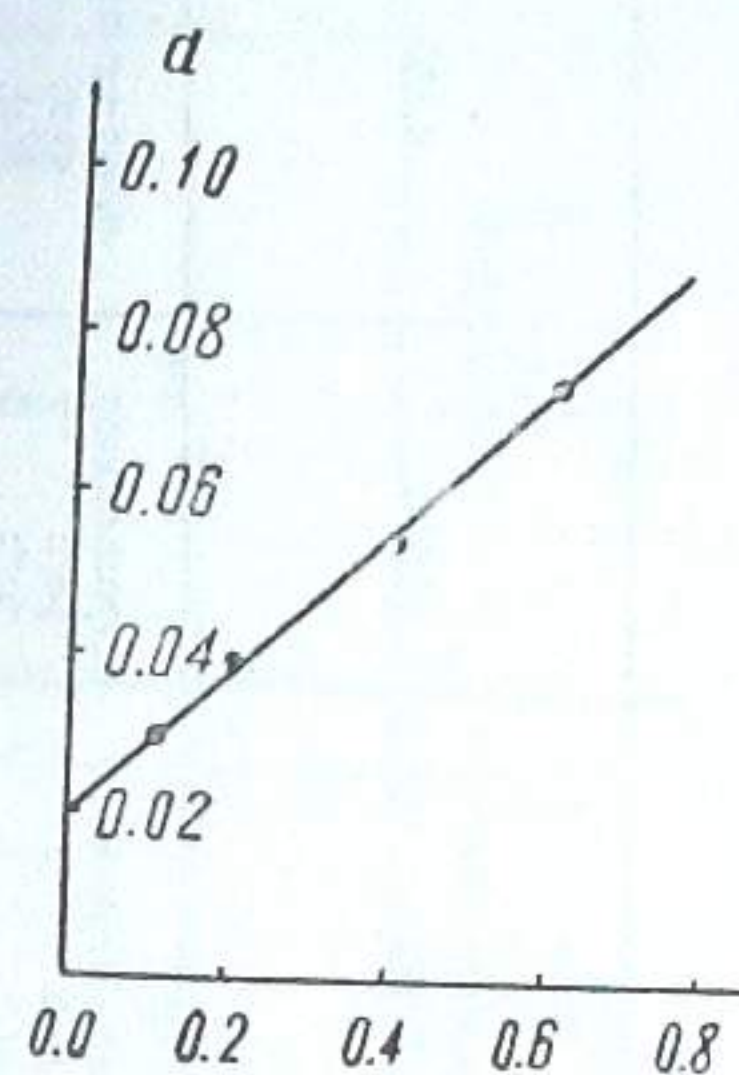


Рис. 7

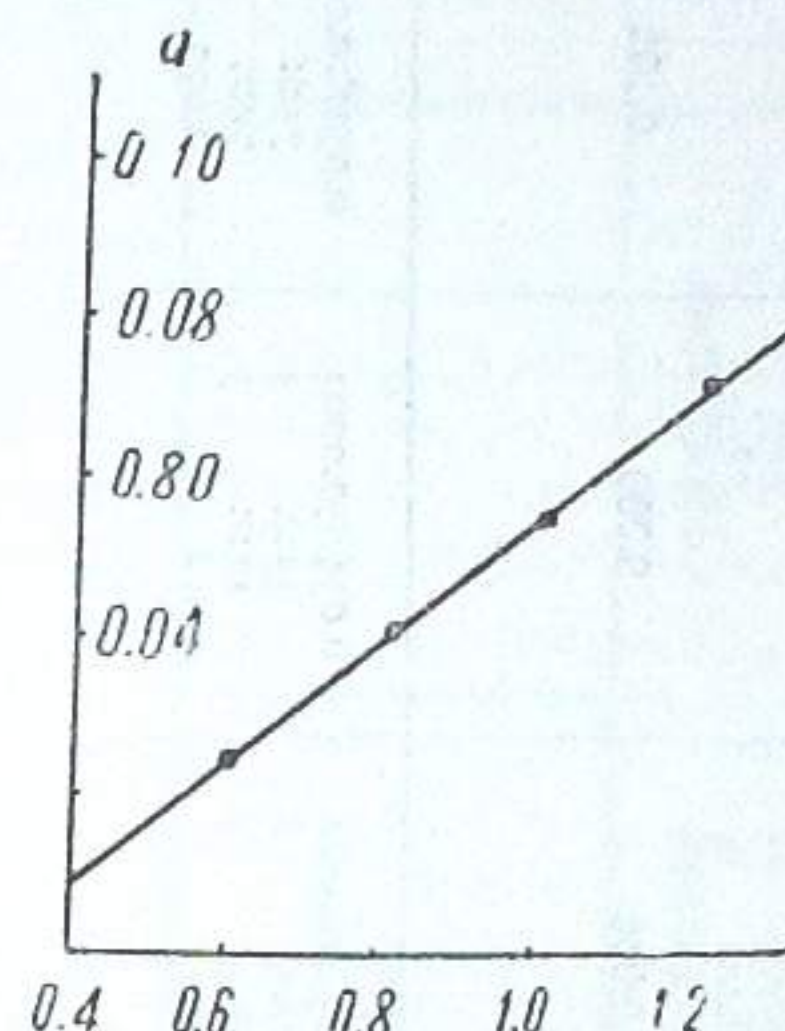


Рис. 8

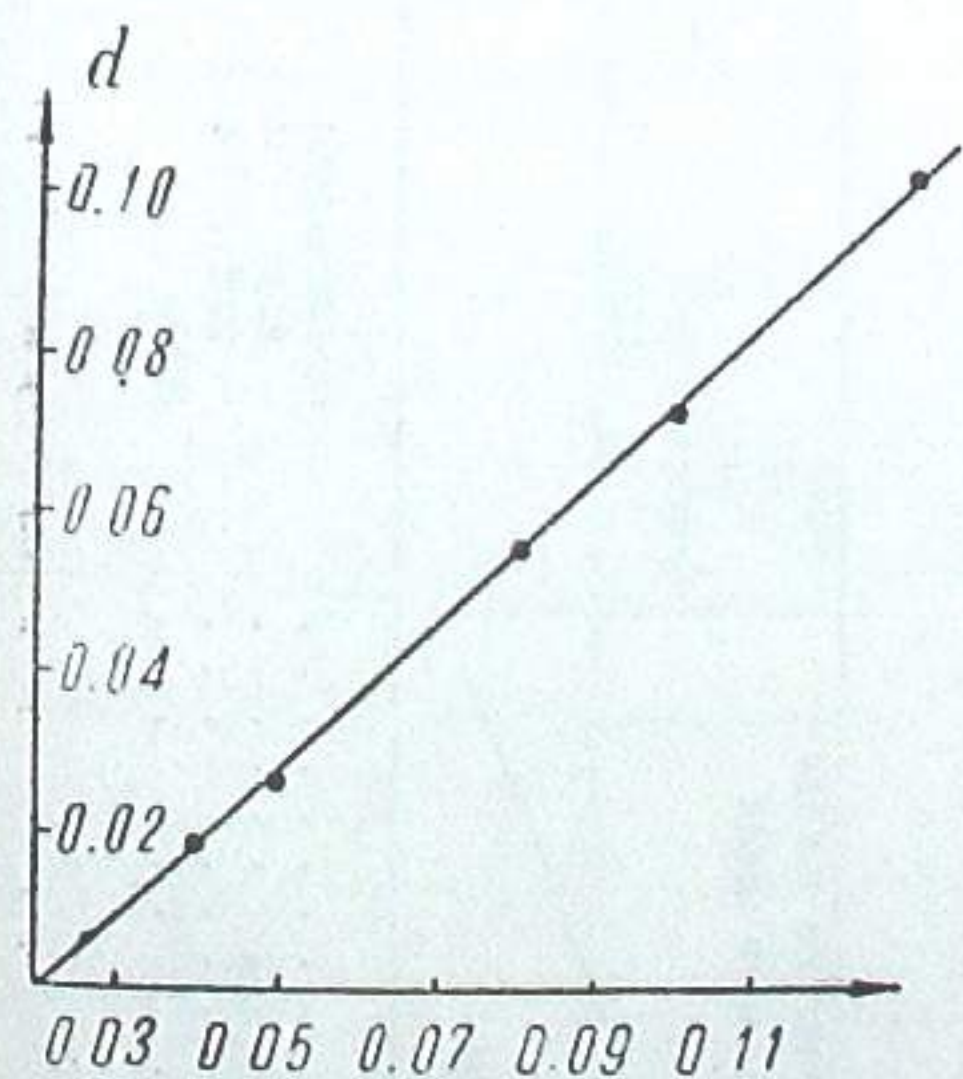


Рис. 9

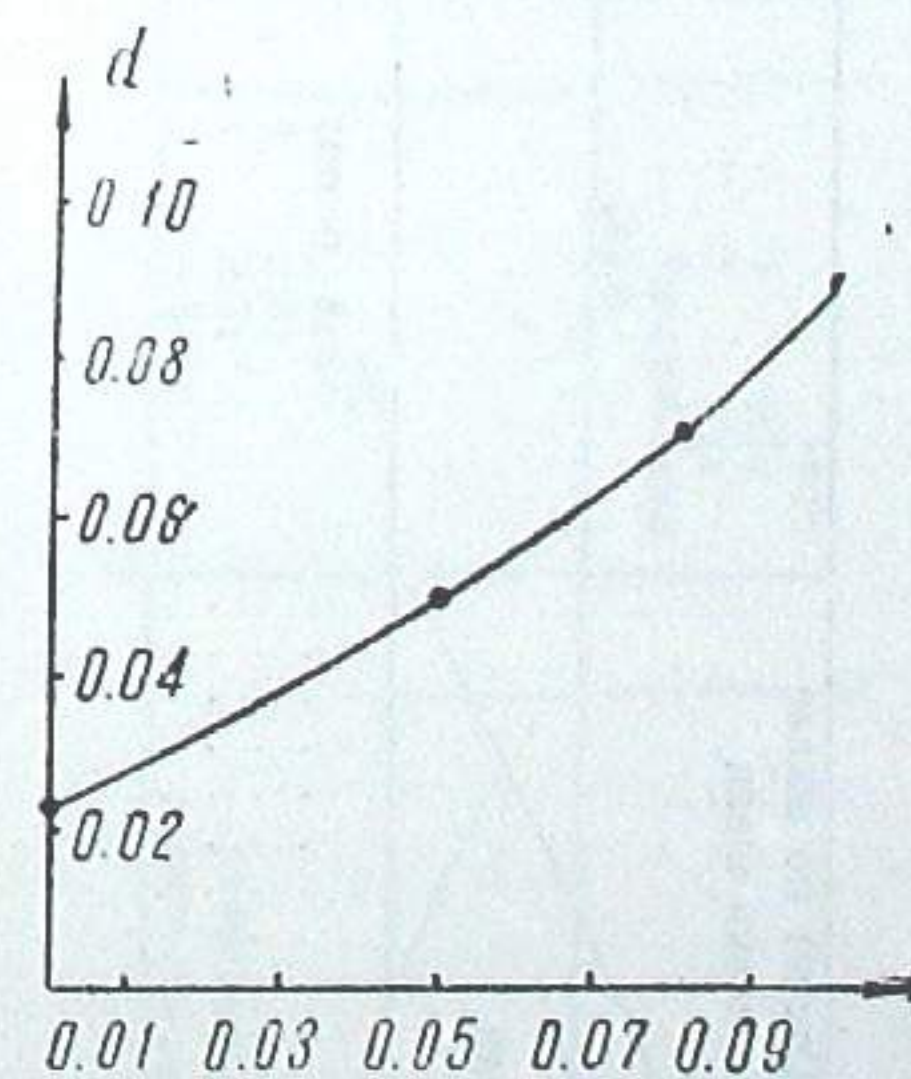


Рис. 10

Как показывают данные таблиц, точность измерений падает по мере расширения щелей, что вполне естественно. Как уже упоминалось, дифракционные снимки и данные таблицы 4 указывают на наличие малой клиновидности у прямой щели коронографа.

Таблица 2		Таблица 3	
Отсчет по шкале головки щели		Отсчет по шкале головки щели	
Разрез щели		Разрез щели	
	0.040	0.050	0.080
Верхней части	0.018 ± 0.0002 18 ± 1	0.025 ± 0.0002 26 ± 2	0.055 ± 0.0004 55 ± 3
Средней части	18 ± 1	26 ± 2	73 ± 6
Нижней части	18 ± 1	26 ± 2	72 ± 7
Ср. ширина	0.018 —	0.026	0.072
			0.101 ± 0.0018 100 ± 24 101 ± 23 0.101
0.100		0.100	
Верхней части	0.022 ± 0.0001 22 ± 1	0.049 ± 0.0002 49 ± 4	0.070 ± 0.0007 70 ± 7
Средней части	22 ± 1	49 ± 4	85 ± 17
Нижней части	22 ± 2	49 ± 3	86 ± 18
Ср. ширина	0.022	0.049	0.085
			0.085 ± 0.0021 85 ± 17 86 ± 18 0.085

Таблица 4		Таблица 5	
Отсчет по шкале головки щели		Отсчет по шкале головки щели	
Разрез щели		Разрез щели	
	0.1	0.2	0.4
Верхней части	0.032 ± 0.0003 29 ± 3	0.040 ± 0.0004 39 ± 3	0.056 ± 0.0007 54 ± 9
Средней части	29 ± 3	39 ± 3	74 ± 1
Нижней части	29 ± 2	39 ± 5	73 ± 1
Ср. ширина	0.030	0.039	0.054
			0.076 ± 0.001 74 ± 1 73 ± 1 0.074
0.6		0.6	
Верхней части	0.033 ± 0.0003 27 ± 5	0.039 ± 0.0007 43 ± 6	0.055 ± 0.002 59 ± 1
Средней части	27 ± 5	40 ± 10	57 ± 2
Нижней части	25 ± 5	40 ± 10	57 ± 2
Ср. ширина	0.025	0.041	0.057
			0.066 ± 0.004 82 ± 1 71 ± 3 0.073
1.0		1.0	
Верхней части	0.033 ± 0.0003 27 ± 5	0.039 ± 0.0007 43 ± 6	0.055 ± 0.002 59 ± 1
Средней части	27 ± 5	40 ± 10	57 ± 2
Нижней части	25 ± 5	40 ± 10	57 ± 2
Ср. ширина	0.025	0.041	0.057
			0.066 ± 0.004 82 ± 1 71 ± 3 0.073
1.2		1.2	

Соотношение между отсчетами по шкале головки и ширинами раскрытой щели (d) графически выражено на рис. 9 для входной щели и на рис. 10—для выходной. Нуль-пункту для выходной щели, как видно из рис. 9, соответствует отсчет 0,021 по шкале головки. Для выходной щели (рис. 10) нулевому отсчету по шкале головки соответствует действительная ширина 0,022 мм, так что нуль-пункт лежит за шкалой головки. Но на данном инструменте, где входная щель изображается в плоскости выходной щели с увеличением $2,4x$, не придется работать с выходной щелью уже, чем 0,022 мм; поэтому указанное обстоятельство не вызовет каких-либо затруднений.

Зависимость между отсчетами по шкале головки прямой щели и ширинами ее раскрытия дана на рис. 7, а для кривой—на рис. 8. Графики показывают что эти соотношения прямолинейные.

Данные табл. 5 показывают, что края кривой щели уже, чем центральная ее часть. Эта разность увеличивается при расширении ширины щели. Это естественно для такой щели (радиусы внутренней и внешней щек одинаковы). Систематического расхождения между ширинами верхней и нижней частей не обнаружено, а это значит, что центры кривизны щек совпадают.

На универсальном измерительном микроскопе (УИМ-21) были измерены радиусы кривизны лезвий щек. Оказалось, что радиус внутреннего лезвия $r_1 = 15.343 \pm 0.003$ мм, а внешнего $r_2 = 15.343 \pm 0.005$ мм. Следовательно, они в точности равны между собой.

Таким образом исследуемые щели вполне удовлетворяют предъявляемым им требованиям.

Октябрь, 1962.

სამზომ ინფრარითელი სპექტროფოტომეტრისა და
დაბნელებაგარეშე კორონოგრაფის ჰვრიტეების
გამოკვლევა

ე. თეთრუაშვილი და ც. ხეცურიანი

(რეზიუმე)

გამოკვლეულია აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის სამზომ ინფრარითელი სპექტროფოტომეტრისა და დაბნელებაგარეშე კორონოგრაფის ჰვრიტეები. გამოკვლევა წარმოებდა ძირითადად ლიპსკის დიფრაქციული მეთოდის გამოყენებით.

დადგენილია, რომ გამოსაკვლევ ჰვრიტეებს სოლისებური ფორმა არა აქვთ, გარდა კორონოგრაფის სწორი ჰვრიტისა, რომელსაც ოდნავი სოლისებური ფორმა ემჩნევა.

ჰვრიტეების სამუშაო კიდეებს შესამჩნევი დეფექტები არ აღმოაჩნდათ.

განსაზღვრულია ჰვრიტეთა სიგანეების ათვლის ნულპუნქტი.

მოცემულია ჰვრიტეთა სიგანისა და ჰვრიტეთა სკალის ანათვლებს შორის დამოკიდებულების გრაფიკები.

THE INVESTIGATION OF THE SLITS OF THE INFRARED
SOLAR SPECTROPHOTOMETER AND OF THE CORONOGRAPH

E. I. TETRUASHVILI and T. S. KHETSURIANI

(Summary)

The results of an investigation of the slits of infrared spectrophotometer and of the coronagraph are described.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Хецურიანი Ц. С., Солнечный инфракрасный спектрофотометр, сконструированный и изготовленный в Абастуманской обсерватории. Бюлл. Абастум. астрофиз. obs. 1961, № 26, 129.
2. Прокофьева И. А., Корона в активных областях Солнца по наблюдениям зеленой и красной корональных линий в Пулкове. Изв. Гл. Астрон. (Пулковской) obs. АН СССР, 1961, № 169, 9.
3. Липский Ю. Н. О дифракционном методе исследования щели спектрографа. Астрон. Ж. 1961, 18, № 3, 214.
4. Щербина-Самойлова И. С. Исследование спектрографа Кучинской астрофизической обсерватории ГАИШ. Сообщ. Астрон. Инст. Им. Штернберга. 1953, № 93, 11.
5. Брейдо И. И. и Маркелова А. А. Свойства фотографических пластинок фирмы Кодак, применяемых в астрофотометрии. Изв. Гл. Астрон. (Пулковской) obs. АН СССР. 1958, № 162, 162.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОТОГИД

А. В. КСАНФОМАЛИТИ

Широко известны устройства, позволяющие осуществлять автоматическое сопровождение телескопом изучаемого светила [1, 2, 3]. Все они характеризуются применением механически сканирующей (тем или иным способом) шторки или щели, создающей сигнал ошибки на выходе светоприемника. Недавно автором было описано устройство автоматического сопровождения [4], позволяющее получать сигнал ошибки сравнением выходных напряжений четырех фотоэлементов, что дает возможность сбходиться без сканирующего механизма. Однако, применение этого устройства возможно лишь при наличии достаточно больших световых потоков,—например, при гидировании радиотелескопа по Солнцу.

Ниже предлагается система, построенная полностью на электронных приборах, но обладающая всеми достоинствами устройств первого типа. В ее основу положен недавно разработанный тип передающей телевизионной трубки — диссектор ЛИ-601. В диссекторе имеется фотокатод и секция переноса, охватываемая фокусирующей и отклоняющей магнитными системами. Заканчивается секция переноса небольшой диафрагмой, с помощью которой из электронного потока, несущего потенциальный рельеф фотокатода, может быть выделен тот или иной участок. Электроны, вышедшие из этой точки катода, проходят сквозь диафрагму и попадают на расположенный в той же колбе вторично-эмиссионный умножитель. Выходной сигнал снимается с коллектора.

Для применения диссектора в качестве устройства, выделяющего сигнал ошибки гидирования, на строчные и кадровые катушки подаются напряжения с промышленной частотой, сдвинутые по фазе на 90° , создающие в секции переноса вращающееся поперечное магнитное поле. Благодаря этому через развертывающую диафрагму будут проходить фотоэлектроны от участков фотокатода, образующих кольцо на поверхности последнего. Его радиус зависит от величины токов в отклоняющей системе. Если этот радиус сделать равным диаметру развертывающей диафрагмы или немного больше, а на центр этого кольца спроектировать изображение светила, по которому должна осуществляться гидировка, то на выходе диссектора появится постоянный сигнал. Смещение светового пятна с центра приведет к появлению на выходе диссектора сигнала ошибки, который может быть разложен по двум осям с помощью фазочувствительной системы, опирающейся на развертывающие напряжения. Для смещения центра гидировки применяется обычный метод наложения поперечных магнитных полей от корректирующих катушек.

Интересной является возможность применить эту систему для гидирования по протяженным небесным объектам (Луне, планетам с большим угловым поперечником). В этом случае кольцо сканирования увеличивается так, чтобы оно проходило по краю диска светила. Если фаза объекта далека от полной, недостающий четвертый элемент сканирования вырабатывается, как полусумма сигналов по оси склонений.

В заключение приношу благодарность Г. С. Вильдгрубе и Н. К. Далиненко за предоставленные ЛИ-601, а также за консультации и интерес к работе.

Февраль, 1963.

AN ELECTRONIC PHOTOGUIDE

L. V. XANFOMALITY

(Summary)

A new photoguiding device is described. It has the only photocell and no moving details at all. Instead of rotating semidisc or some other scanning elements there are two scanning magnetic fields in the part analysing a place of the light spot on the photocathode. The absence of the moving parts may be considered as a certain advantage. The device is based on a special type of the standard TV transmitting tube. The device may be used for the Moon and planet observations.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Геданк А., Зарубежная радиоэлектроника, 1962, 6, 107.
2. Вабсоок Н., Astrophys. J., 1948, 107, 173.
3. Добронравин П. П., Природа, 1949, 58, № 8, 47.
4. Ксанфомалити А. В., Бюлл. Абастум. астрофиз. обс., 1961, 26, 177.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ВРАЩЕНИЯ КУПОЛА ТЕЛЕСКОПА

Б. Н. ДЖАПАРИДЗЕ и А. Н. КОРОЛЬ

Автоматическое сопровождение телескопа куполом создает определенные удобства для астронома-наблюдателя и гарантирует своевременность перемещения купола при длительных экспозициях. Однако, обычно применяемые системы с синусно-косинусными преобразователями координат и электромашинными усилителями, несмотря на идеально достигаемое решение, оказываются слишком дорогими и неэкономичными. В самом деле, широкая шель купола позволяет наблюдать длительное время без перемещения последнего, в то время как упомянутая выше система работает непрерывно, непрерывно потребляя электроэнергию и создавая утомляющий шум.

Ниже описывается очень недорогая система, которая практически не потребляет энергии в интервалах между перемещениями купола и не содержит преобразователей координат, электронных и электромашинных усилителей.

Купол в движение приводится периодически. Рабочий цикл начинается в момент приближения объектива телескопа к кромке открытой створки купола. Система вращения купола остается в рабочем состоянии определенное время после начала движения купола. Предусмотрена плавная регулировка этого времени. Соответствующие электрические блокировки делают независимыми автоматическое и полуавтоматическое вращения купола. Для вращения купола на 40-см рефракторе применен электродвигатель переменного тока с фазным ротором. Питание к двигателю подается с помощью реверсивного пускателя. Вращение купола осуществляется нажатием соответствующей кнопки, замыкающей цепь питания пускателя. Описываемое устройство пускателем управляет автоматически. Принципиальная схема устройства приведена на рис. 1. К трубе телескопа в области объектива с четырех сторон под углом 45° прикреплены гибкие металлические штыри, соединенные между собой электрически. Вдоль щели купола на определенном расстоянии от ее кромки закреплен заземленный троллей. При приближении телескопа к кромке купола один из штырей соприкасается с троллеем, замыкая цепь питания реле P_1 . Последнее через контакты $2P_1$ подает питание на пускатель, а контактами $1P_1$ подготавливает включение реле P_2 . Мотор начинает вращаться, купол трогается с места. В начале его движения штырь отрывается от троллея и включается реле P_2 , замыкая своими контактами $1P_2$ цепь питания реле времени PB , которое с выдержкой времени шунтирует своими контактами обмотку реле P_1 . Схема возвращается в исходное положение. Выдержка времени регулируется в пределах, достаточных для пе-

ремещения купола на ширину щели при наименьшем возвышении трубы телескопа.

Применение реле P_2 обусловлено следующими причинами. В связи с тем, что двигатель с фазным ротором сравнительно медленно

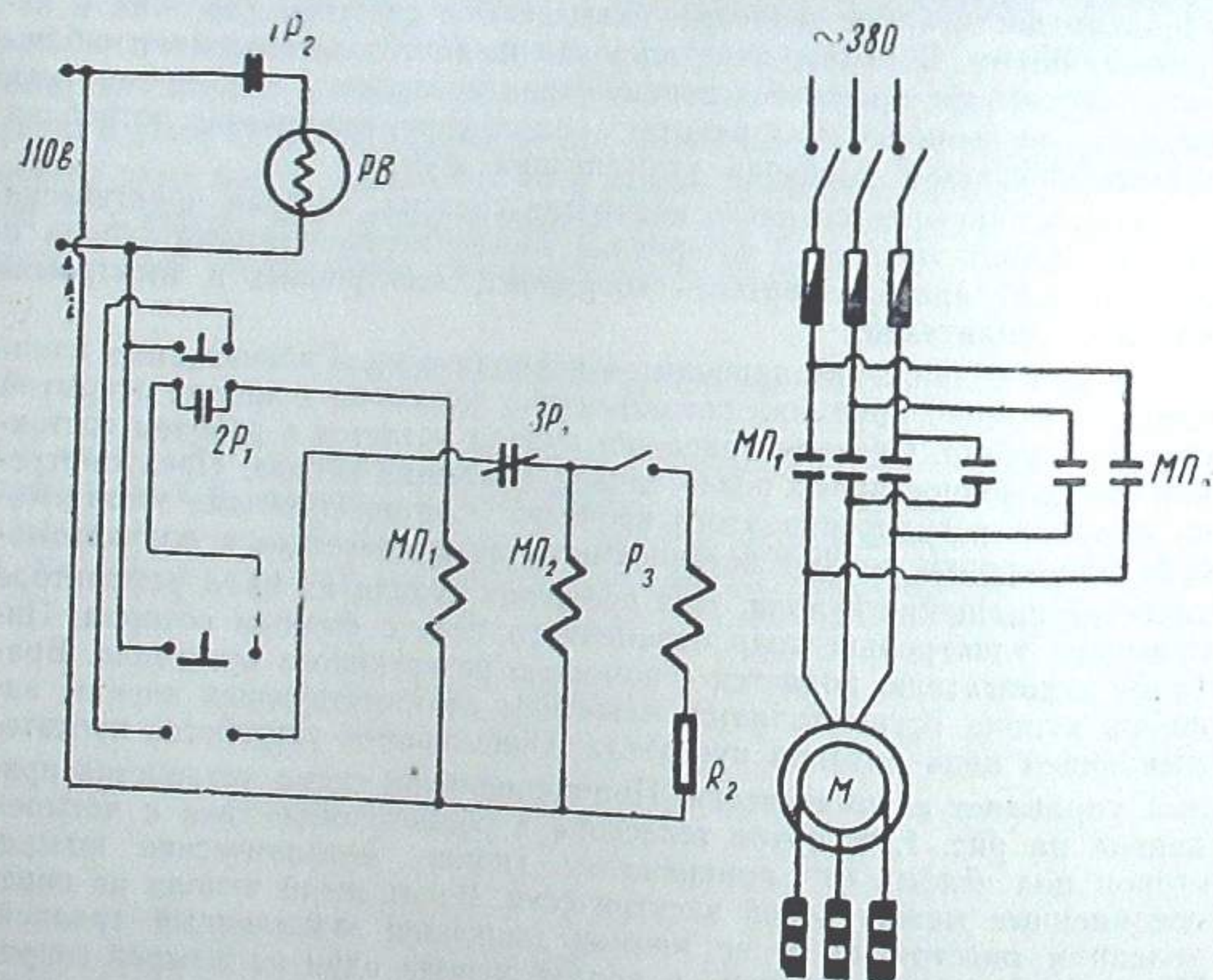
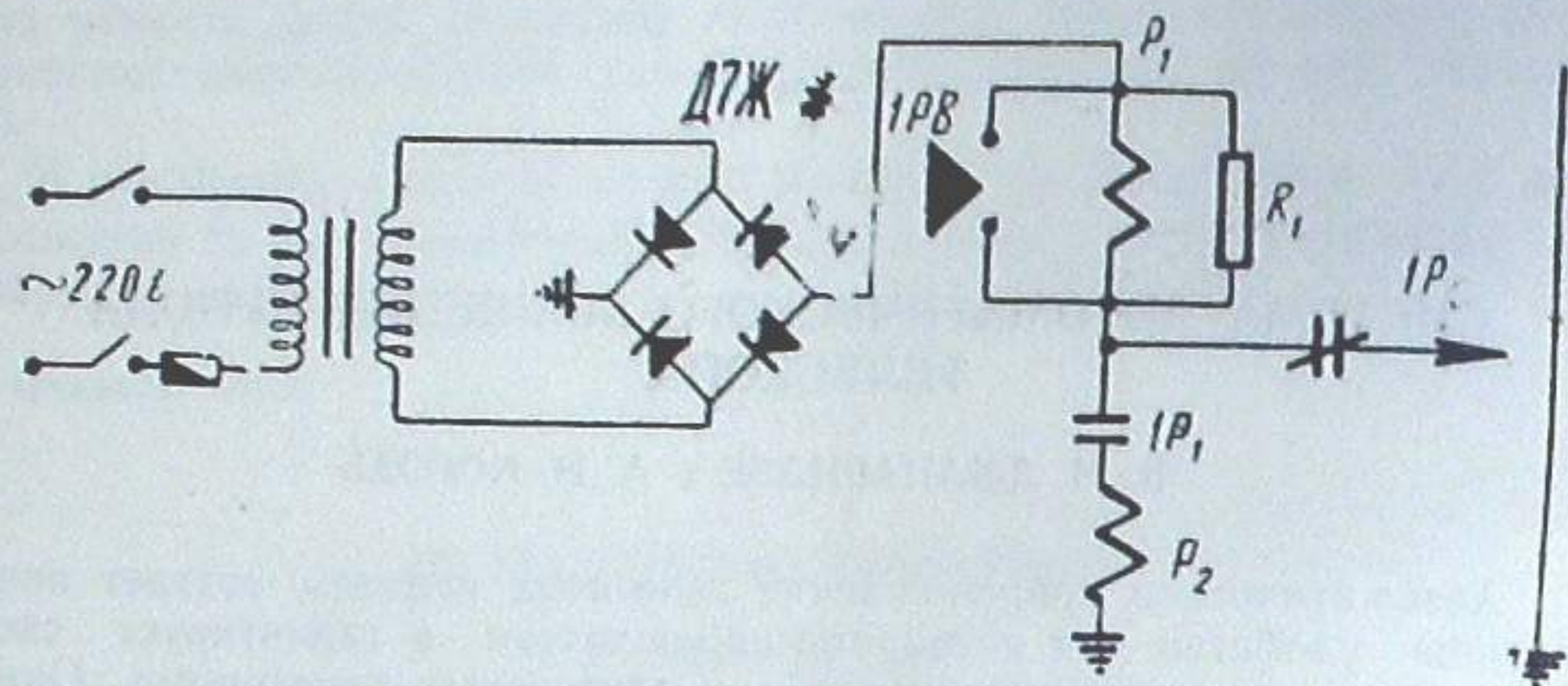


Рис. 1

набирает обороты, а система передачи вращения от двигателя к куполу обладает некоторым люфтом, купол начинает движение только через несколько секунд после срабатывания пускателя. Это время меняется в больших пределах, сравнимых с необходимым временем движения купола.

Благодаря применению реле P_2 , включающего реле времени с началом вращения купола, рабочий цикл каждый раз заканчивается при одинаковом положении купола относительно телескопа.

Применение сопротивления R_1 , шунтирующего обмотку одного из реле P_1 , P_2 , ток срабатывания которого меньше, позволяет понизить общее напряжение питания этих реле, что существенно с точки зрения техники безопасности, поскольку под этим напряжением находятся штыри на трубе телескопа.

Контакты $3P_1$ реле P_1 и реле P_3 обеспечивают соответствующие блокировки автоматического вращения с полуавтоматическим вращением купола в противоположную сторону.

При необходимости иметь сопровождение также и при движении телескопа против часовой стрелки (например, для наблюдения за искусственными спутниками Земли) следует заземленный троллей прикрепить и к левой щеке купола, а контакты $2P_1$ и $3P_1$ вместе с обмоткой реле P_3 подключить в цепь управления движением купола против и по часовой стрелке соответственно, используя для этого соответствующий переключатель.

Декабрь, 1962.

A SYSTEM OF AUTOMATIC ROTATION OF TELESCOPE DOME.

B. N. DJAPARIDZE and A. N. KOROL

О ДВИЖЕНИИ КОСМИЧЕСКОГО ТЕЛА С ПЕРЕМЕННОЙ МАССОЙ ПРИ ПОЛЕТЕ К ВЕНЕРЕ

Н. Г. МАГНАРАДЗЕ

Введение. Как хорошо известно, задача попадания космического тела в планету или прохождения вблизи нее и определения соответствующей траектории является одной из граничных задач для системы дифференциальных уравнений небесной механики. Но, к сожалению, в виду сложности этой системы, упомянутую граничную задачу невозможно решить эффективно. Поэтому для расчета траектории приходится пользоваться приближенными методами решения упомянутой граничной задачи (метод последовательных приближений, методы численного интегрирования и т. д.).

В настоящей работе мы исследуем движение космического тела с переменной массой при полете к Венере в поле притяжений Солнца, Земли, Венеры и Юпитера.

Массу космического тела мы будем считать аналитической функцией (определенного класса) от времени t , принимающей настолько малые значения, что упомянутые небесные тела не подвергаются притяжению тела.

Предполагается, что Юпитер движется по круговой орбите вокруг Солнца.

Для координат космического тела мы строим степенные ряды по времени и доказываем их сходимости для достаточно малого промежутка времени при произвольных конечных начальных значениях координат и компонент скорости тела.

Для определения коэффициентов разложений неизвестных величин, нам удалось построить рекуррентные соотношения, достаточно удобные для их вычисления современными вычислительными машинами. При этом мы пользуемся одной схемой, являющейся обобщением схемы, недавно предложенной Стеффенсеном для решения ограниченной задачи трех тел с постоянными массами и нашедшей дальнейшее развитие и применение в наших работах.

Наконец, устанавливаем оценки погрешностей, которые получаются, когда мы ограничиваемся несколькими первыми членами упомянутых степенных рядов.

В следующей работе мы остановимся на выборе оптимальных начальных данных, обеспечивающих попадание космического тела в Венеру или прохождение вблизи нее.

1. Основная система дифференциальных уравнений. В основу нашего исследования мы положим известные уравнения И. В. Мещерского для движения тела переменной массы. Пользуясь этими уравнениями, можно показать, что основная система диф-

дифференциальных уравнений движения относительно некоторой абсолютной системы координат $\Omega\xi\eta\zeta$ имеет вид:

$$\frac{d^2 \bar{\rho}_i}{dt^2} - \lambda_i \frac{d \bar{\rho}_i}{dt} = \sum_{j=0}^4 k_0^2 m_j \frac{\bar{\rho}_{ij}}{r_{ij}^3}, \quad (1)$$

где m_0, m_1, m_2, m_3, m_4 обозначают массы, соответственно, Солнца, космического тела, Земли, Венеры и Юпитера,

$$\lambda_i = \begin{cases} \lambda_1(t), & i=1 \\ 0, & i=0, 2, 3, 4 \end{cases}$$

$\bar{\rho}_i(\xi_i, \eta_i, \zeta_i)$ — радиус-вектор точки (ξ_i, η_i, ζ_i) ,

$$i=0, 1, 2, 3, 4,$$

$$\bar{\rho}_{ij} = \bar{\rho}_j - \bar{\rho}_i,$$

$$r_{ij} = |\bar{\rho}_{ij}| = \sqrt{(\xi_i - \xi_j)^2 + (\eta_i - \eta_j)^2 + (\zeta_i - \zeta_j)^2},$$

k_0^2 — универсальная постоянная притяжения, а символ $\sum_{j=0}^4$ означает знак суммирования, в котором пропущены члены, соответствующие $j=i$ и $j=1$.

В дальнейшем, для общности результатов и симметрии в формулах, мы будем считать, что $\lambda_i(t) \neq 0, i=0, 1, 2, 3, 4$.

Теперь введем относительную систему координат $Oxuz$, начало которой O поместим в центре Солнца.

Имеем

$$\bar{r}_{oi} = \bar{\rho}_i - \bar{\rho}_0, \quad \bar{r}_{ij} = \bar{r}_{oj} - \bar{r}_{oi}.$$

Основная система дифференциальных уравнений в этой относительной системе координат имеет вид:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 \bar{r}_{oi}}{dt^2} - \lambda_i \frac{d \bar{r}_{oi}}{dt} + (\lambda_0 - \lambda_i) \frac{d \bar{\rho}_0}{dt} = -k_0^2 m_0 \frac{\bar{r}_{oi}}{r_{oi}^3} + \\ + \sum_{j=2}^4 k_0^2 m_j \frac{\bar{r}_{ij}}{r_{ij}^3} - \sum_{j=2}^4 k_0^2 m_j \frac{\bar{r}_{oj}}{r_{oj}^3}, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где $\sum_{j=2}^4$ означает знак суммирования, в котором пропущен член при $j=i$.

2. Преобразованные основные уравнения. Положим

$$\frac{1}{r_{ij}^3} = u_{ij} \quad (i \neq j).$$

Тогда основная система получит вид:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 \bar{r}_{oi}}{dt^2} - \lambda_i \frac{d \bar{r}_{oi}}{dt} = -k_0^2 m_0 u_{oi} \bar{r}_{oi} + \sum_{j=2}^4 k_0^2 m_j u_{ij} (\bar{r}_{oj} - \bar{r}_{oi}) - \\ - \sum_{j=2}^4 k_0^2 m_j u_{oj} \bar{r}_{oj} - k_0^2 m_4 u_{o4} \bar{r}_{o4} + (\lambda_i - \lambda_0) \frac{d \bar{\rho}_0}{dt}, \\ r_{ij} \frac{du_{ij}}{dt} + 3u_{ij} \frac{dr_{ij}}{dt} = 0, \quad (i \neq j) \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$$\text{и} \quad r_{ij}^2 = |\bar{r}_{oj} - \bar{r}_{oi}|^2, \quad (i \neq j) \quad (4)$$

Неизвестными в системе (3) являются

$$\left. \begin{aligned} \bar{r}_{o1}, \bar{r}_{o2}, \bar{r}_{o3}, r_{o1}, r_{o2}, r_{o3}, r_{12}, r_{13}, r_{14}, r_{23}, r_{24}, r_{34} \\ u_{o1}, u_{o2}, u_{o3}, u_{12}, u_{13}, u_{14}, u_{23}, u_{24}, u_{34} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Пусть при $t=0$ имеем

$$\left. \begin{aligned} \bar{r}_{oi}(0) = \bar{r}_{oi}^0, \quad \dot{\bar{r}}_{oi}(0) = \dot{\bar{r}}_{oi}^0 \\ r_{ij}(0) = r_{ij}^0 > 0, \quad u_{ij}(0) = u_{ij}^0 > 0. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Требуется определить величины (5) так, чтобы удовлетворялись дифференциальные уравнения (3), конечные уравнения (4) и начальные условия (6).

3. Основные рекуррентные равенства. Пусть

$$\lambda_i = \lambda_i(t) = \sum_{n=0}^{\infty} \lambda_i^{(n)} t^n, \quad i=0, 1, 2, 3, 4, \quad (7)$$

$$\frac{\bar{r}_{o4}}{r_{o4}^3} = u_{o4} \bar{r}_{o4} = \sum_{n=0}^{\infty} \bar{g}_n t^n, \quad (8)$$

$$|\lambda_i^{(n)}| < \frac{\Lambda_i H_0^n}{n(n+1)}, \quad \bar{g}_n = (a_n, b_n, c_n),$$

$$|a_n| < \frac{a H_0^n}{n(n+1)}, \quad |b_n| < \frac{b H_0^n}{n(n+1)}, \quad |c_n| < \frac{c H_0^n}{n(n+1)}, \\ n = 1, 2, \dots$$

$$\bar{\rho}_0 = \bar{\rho}_0(t) = \sum_{n=0}^{\infty} \bar{\rho}_0^{(n)} t^n, \quad (9)$$

$$\bar{\rho}_0 = (\xi_0, \eta_0, \zeta_0), \quad \bar{\rho}_0^{(n)} = (\xi_0^{(n)}, \eta_0^{(n)}, \zeta_0^{(n)}),$$

$$|\xi_0^{(n)}| < \frac{\alpha_0 H_0^n}{n(n+1)}, \quad |\eta_0^{(n)}| < \frac{\beta_0 H_0^n}{n(n+1)}, \quad |\zeta_0^{(n)}| < \frac{\gamma_0 H_0^n}{n(n+1)},$$

$$n = 1, 2, \dots$$

$$\ddot{r}_{oi} = \sum_{n=0}^{\infty} \ddot{r}_{oi}^{(n)} t^n, \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \ddot{r}_{oi} &= (x_{oi}, y_{oi}, z_{oi}), & \ddot{r}_{oi}^{(n)} &= (x_{oi}^{(n)}, y_{oi}^{(n)}, z_{oi}^{(n)}) \\ |x_{oi}^{(n)}| &< \frac{A_i H^n}{n(n+1)}, & |y_{oi}^{(n)}| &< \frac{B_i H^n}{n(n+1)}, & |z_{oi}^{(n)}| &< \frac{C_i H^n}{n(n+1)}, \quad (11) \\ & & & & & n = 1, 2, \dots \end{aligned}$$

$$r_{ij} = \sum_{n=0}^{\infty} r_{ij}^{(n)} t^n \quad (12)$$

$$|r_{ij}^{(n)}| < D_{ij} \frac{H^n}{n(n+1)}, \quad n = 1, 2, \dots \quad (13)$$

$$u_{ij} = \sum_{n=0}^{\infty} u_{ij}^{(n)} t^n, \quad (14)$$

$$|u_{ij}^{(n)}| < E_{ij} \frac{H^n}{n(n+1)}, \quad n = 1, 2, \dots \quad (15)$$

В этих формулах $\Lambda_i, H_o, a, b, c, \alpha_o, \beta_o, \gamma_o$ — известные положительные постоянные. $A_i, B_i, C_i, D_{ij}, E_{ij}$ и H — неизвестные постоянные, которые нужно подобрать так, чтобы неравенства (11), (13), (15) имели место для всех $n = 1, 2, \dots$

Очевидно, ряды (7), (8), (9) сходятся при $0 < t < \frac{1}{H_o}$, ибо

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{t^n H_o^n}{n(n+1)} < \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n(n+1)} = 1.$$

Подставляя ряды (10), (12), и (14) в уравнения (3) и (4), получим следующие рекуррентные соотношения между искомыми коэффициентами:

$$\begin{aligned} (n+2)(n+1)\ddot{r}_{oi}^{(n+2)} &= \sum_{j=1}^4 \sum_{\nu=1}^{n-1} k_o^2 m_j u_{ij}^{(\nu)} (\ddot{r}_{oj}^{(n-\nu)} - \ddot{r}_{oi}^{(n-\nu)}) - \\ &- \sum_{j=1}^3 \sum_{\nu=1}^{n-1} k_o^2 m_j u_{oj}^{(\nu)} \ddot{r}_{oj}^{(n-\nu)} - \sum_{\nu=1}^{n-1} k_o^2 m_o u_{oi}^{(\nu)} \ddot{r}_{oi}^{(n-\nu)} + \\ &+ \sum_{\nu=1}^{n-1} \lambda_i^{(n-\nu)} (\nu+1) \ddot{r}_{oi}^{(\nu+1)} - \sum_{\nu=1}^{n-1} (\lambda_o^{(n-\nu)} - \lambda_i^{(n-\nu)}) (\nu+1) \bar{\rho}_o^{(\nu+1)} + \\ &+ \sum_{j=1}^4 k_o^2 m_j [u_{ij}^{(0)} (\ddot{r}_{oj}^{(n)} - \ddot{r}_{oi}^{(n)}) + u_{ij}^{(n)} (\ddot{r}_{oj}^{(0)} - \ddot{r}_{oi}^{(0)})] - \end{aligned} \quad (16)$$

$$\begin{aligned} &- \sum_{j=1}^3 k_o^2 m_j (u_{oj}^{(0)} \ddot{r}_{oj}^{(n)} + u_{oj}^{(n)} \ddot{r}_{oj}^{(0)}) - k_o^2 m_o (u_{oi}^{(0)} \ddot{r}_{oi}^{(n)} + u_{oi}^{(n)} \ddot{r}_{oi}^{(0)}) - \\ &- k_o^2 m_o \bar{g}_n + [\lambda_i^{(n)} \ddot{r}_{oi}^{(1)} + \lambda_i^{(0)} (n+1) \ddot{r}_{oi}^{(n+1)}] - \\ &- [(\lambda_o^{(n)} - \lambda_i^{(n)}) \bar{\rho}_o^{(1)} + (\lambda_o^{(0)} - \lambda_i^{(0)}) (n+1) \bar{\rho}_o^{(n+1)}] \\ & \quad n = 0, 1, 2, \dots \end{aligned} \quad (16)$$

$$\begin{aligned} (n+1)u_{ij}^{(n+1)} r_{ij}^{(0)} &= - \sum_{\nu=1}^{n-1} (\nu+1) u_{ij}^{(\nu+1)} r_{ij}^{(n-\nu)} - 3 \sum_{\nu=1}^{n-1} (\nu+1) r_{ij}^{(\nu+1)} u_{ij}^{(n-\nu)} - \\ &- u_{ij}^{(1)} r_{ij}^{(n)} - 3 [r_{ij}^{(1)} u_{ij}^{(n)} + (n+1) r_{ij}^{(n+1)} u_{ij}^{(0)}], \\ i \neq j; \quad i, j &= 0, 1, 2, 3, 4; \quad n = 0, 1, 2, \end{aligned} \quad (17)$$

$$\begin{aligned} 2r_{ij}^{(0)} r_{ij}^{(n)} &= - \sum_{\nu=1}^{n-1} r_{ij}^{(\nu)} r_{ij}^{(n-\nu)} + \sum_{\nu=1}^{n-1} (\ddot{r}_{oj}^{(\nu)} - \ddot{r}_{oi}^{(\nu)} \ddot{r}_{oj}^{(n-\nu)} - \ddot{r}_{oi}^{(n-\nu)}) + \\ &+ 2 (\ddot{r}_{oi}^{(0)} - \ddot{r}_{oi}^{(n)}, \ddot{r}_{oj}^{(n)} - \ddot{r}_{oi}^{(n)}), \\ i \neq j; \quad i, j &= 0, 1, 2, 3, 4; \quad n = 1, 2, \dots \end{aligned} \quad (18)$$

где символ (\vec{u}, \vec{v}) , как обычно, обозначает скалярное произведение векторов \vec{u} и \vec{v} .

4. Вывод основных рекуррентных неравенств. Очевидно, что неравенства (11), (13), (15) для первых нескольких значений индекса удовлетворяются, выбирая число H достаточно большим. Справедливость этих неравенств для любых натуральных n легко устанавливается с помощью принципа полной математической индукции.

Можно показать, что из равенств (16), (17), (18) следует неравенства:

$$\begin{aligned} |x_{oi}^{(n+2)}| &< \frac{(7n+4)H^n}{3n(n+1)^2(n+2)} \sum_{j=1}^4 k_o^2 m_j E_{ij} (A_i + A_j) + \\ &+ \frac{(7n+4)H^n}{3n(n+1)^2(n+2)^2} \sum_{j=1}^3 k_o^2 m_j E_{oj} A_j + \frac{(7n+4)H^n k_o^2 m_o E_{oi} A_i}{3n(n+1)^2(n+2)^2} + \\ &+ \frac{H^n}{n(n+1)^2(n+2)^2} \left\{ \sum_{j=1}^4 k_o^2 m_j [|u_{ij}^{(0)}| (A_i + A_j) + (|x_{oj}^{(0)}| + |x_{oi}^{(0)}|) E_{ij}] + \right. \\ &+ k_o^2 m_o (|u_{oi}^{(0)}| A_i + |x_{oi}^{(0)}| E_{oi}) \left. \right\} + \frac{aH_o^n k_o^2 m_o}{n(n+1)^2(n+2)} + \\ &+ \frac{H^{n+1} (4\alpha_o \Lambda_i + 20 A_i \Lambda_i)}{n(n+1)(n+2)} + \frac{H^{n+1} (2\alpha_o \Lambda_i + A_i \Lambda_i)}{2n(n+1)^2(n+2)} + \\ &+ \frac{H^{n+1} [|\lambda_o^{(0)}| A_i + \alpha_o (|\lambda_o^{(0)}| + |\lambda_i^{(0)}|)]}{(n+1)^2(n+2)^2}, \end{aligned} \quad (19)$$

$$\begin{aligned}
 |y_{oi}^{(n+2)}| &< \frac{(7n+4)H^n}{3n(n+1)^2(n+2)} \sum_{j=1}^4 k_0^2 m_j E_{ij} (B_i + B_j) + \\
 &+ \frac{(7n+4)H^n}{3n(n+1)^2(n+2)^2} \sum_{i=1}^3 k_0^2 m_j E_{oj} B_j + \frac{(7n+4)H^n k_0^2 m_o E_{oi} B_i}{3n(n+1)^2(n+2)^2} \\
 &+ \frac{H^n}{n(n+1)^2(n+2)^2} \left\{ \sum_{j=1}^4 k_0^2 m_j [|u_{ij}^{(0)}| (B_i + B_j) + (|y_{ij}^{(0)}| + |y_{oi}^{(0)}|) E_{ij}] + \right. \\
 &+ \left. k_0^2 m_o (|u_{oi}^{(0)}| B_i + |y_{oi}^{(0)}| E_{oi}) \right\} + \frac{bH_0^n k_0^2 m_4}{n(n+1)^2(n+2)} + \\
 &+ \frac{H^{n+1} (4\alpha_0 \beta_i \Lambda_i + 2\alpha B_i \Lambda_i)}{n(n+1)(n+2)} + \frac{H^{n+1} (2\beta_0 \Lambda_i + B_i \Lambda_i)}{2n(n+1)^2(n+2)} + \\
 &+ \frac{H^{n+1} [|\lambda_i^{(0)}| B_i + \beta_0 (|\lambda_o^{(0)}| + |\lambda_i^{(0)}|)]}{(n+1)(n+2)^2},
 \end{aligned} \quad (20)$$

$$\begin{aligned}
 |z_{oi}^{(n+2)}| &< \frac{(7n+4)H^n}{3n(n+1)^2(n+2)} \sum_{j=1}^4 k_0^2 m_j E_{ij} (C_i + C_j) + \\
 &+ \frac{(7n+4)H^n}{3n(n+1)^2(n+2)^2} \sum_{j=1}^3 k_0^2 m_j E_{oj} C_j + \frac{(7n+4)H^n k_0^2 m_o E_{oi} C_i}{3n(n+1)^2(n+2)^2} \\
 &+ \frac{H^n}{n(n+1)^2(n+2)^2} \left\{ \sum_{j=1}^4 k_0^2 m_j [|u_{ij}^{(0)}| (C_i + C_j) + (|z_{ij}^{(0)}| + |z_{oi}^{(0)}|) E_{ij}] + \right. \\
 &+ \left. k_0^2 m_o (|u_{oi}^{(0)}| C_i + |z_{oi}^{(0)}| E_{oi}) \right\} + \frac{cH_0^n k_0^2 m_4}{n(n+1)^2(n+2)} + \\
 &+ \frac{H^{n+1} (4\alpha z_i \Lambda_i + 2\alpha C_i \Lambda_i)}{n(n+1)(n+2)} + \frac{H^{n+1} (2\gamma_0 \Lambda_i + C_i \Lambda_i)}{2n(n+1)^2(n+2)} + \\
 &+ \frac{H^{n+1} [|\lambda_i^{(0)}| C_i + \gamma_0 (|\lambda_o^{(0)}| + |\lambda_i^{(0)}|)]}{(n+1)(n+2)^2},
 \end{aligned} \quad (21)$$

$$\begin{aligned}
 |r_{ij}^{(2)}| &< \frac{(7n+4)H^n D_{ij}^2}{6n(n+1)(n+2)r_{ij}^{(0)}} + \\
 &+ \frac{(7n+4)H^n}{\epsilon n(n+1)(n+2)r_{ij}^{(0)}} [(A_i + A_j)^2 + (B_i + B_j)^2 + (C_i + C_j)^2] + \\
 &+ \frac{H^n}{n(n+1)r_{ij}^{(0)}} [(|x_{oi}^{(0)}| + |x_{oj}^{(0)}|) (A_i + A_j) + (|y_{oi}^{(0)}| + 4|y_{oj}^{(0)}|) \times \\
 &\times (B_i + B_j) + (|z_{oi}^{(0)}| + |z_{oj}^{(0)}|) (C_i + C_j)],
 \end{aligned} \quad (22)$$

$$\begin{aligned}
 |u_{ij}^{(n+1)}| &< \frac{2(9n^2 + 18n + 8)H^{n+1}}{3n(n+1)^2(n+2)r_{ij}^{(0)}} E_{ij} D_{ij} + \\
 &+ \frac{2H^{n+1}}{n(n+1)^2 r_{ij}^{(0)}} E_{ij} D_{ij} + \\
 &+ \frac{3H^{n+1} |u_{ij}^{(0)}|}{(n+1)(n+2)r_{ij}^{(0)}} D_{ij}.
 \end{aligned} \quad (23)$$

5. Вывод основных неравенств для коэффициентов $A_i, B_i, C_i, D_{ij}, E_{ij}$. Для доказательства справедливости неравенств (11), (13), (15) при любом натуральном n , следует доказать существование положительных постоянных $H, A_i, B_i, C_i, D_{ij}, E_{ij}$, удовлетворяющих неравенствам:

$$\begin{aligned}
 \frac{9}{11} \sum_{j=1}^4 k_0^2 m_j E_{ij} (A_i + A_j) + \frac{9}{11} k_0^2 m_j E_{oj} A_j + \frac{9}{11} k_0^2 m_o E_{oi} A_i + \\
 + \sum_{j=1}^4 k_0^2 m_j [|u_{ij}^{(0)}| (A_i + A_j) + (|x_{ij}^{(0)}| + |x_{oi}^{(0)}|) E_{ij}] + \\
 + \sum_{j=1}^3 k_0^2 m_j (|u_{oj}^{(0)}| A_j + |x_{oj}^{(0)}| E_{oj}) + k_0^2 m_o (|u_{oi}^{(0)}| A_i + |x_{oi}^{(0)}| E_{oi}) + \\
 + ak_0^2 m_4 + H [4\alpha \Lambda_i (2\alpha_i + A_i) + (\alpha_o + \frac{1}{2} A_i) \Lambda_i + |\lambda_i^{(0)}| A_i + \\
 + \frac{3}{2} \alpha_o (|\lambda_o^{(0)}| + |\lambda_i^{(0)}|)] < A_i H^2,
 \end{aligned} \quad (24)$$

$$\begin{aligned}
 \frac{9}{11} \sum_{j=1}^4 k_0^2 m_j E_{ij} (B_i + B_j) + \frac{9}{11} k_0^2 m_j E_{oj} B_j + \frac{9}{11} k_0^2 m_o E_{oi} B_i + \\
 + \sum_{j=1}^4 k_0^2 m_j [|u_{ij}^{(0)}| (B_i + B_j) + (|y_{ij}^{(0)}| + |y_{oi}^{(0)}|) E_{ij}] + \\
 + \sum_{j=1}^3 k_0^2 m_j (|u_{oj}^{(0)}| B_j + |y_{oj}^{(0)}| E_{oj}) + k_0^2 m_o (|u_{oi}^{(0)}| B_i + |y_{oi}^{(0)}| E_{oi}) + \\
 + bk_0^2 m_4 + H [4\alpha \Lambda_i (2\beta_i + B_i) + (\beta_o + \frac{1}{2} B_i) \Lambda_i + |\lambda_i^{(0)}| B_i + \\
 + \frac{3}{2} \beta_o (|\lambda_o^{(0)}| + |\lambda_i^{(0)}|)] < B_i H^2,
 \end{aligned} \quad (25)$$

$$\left. \begin{aligned} & \frac{9}{11} \sum_{j=1}^4 k_0^2 m_j E_{ij} (C_i + C_j) + \frac{9}{11} k_0^2 m_j E_{oj} C_j + \frac{9}{11} k_0^2 m_o E_{oi} C_i + \\ & + \sum_{j=1}^4 k_0^2 m_j (|u_{ij}^{(0)}| (C_i + C_j) + (|\tau_{ij}^{(0)}| + |\tau_{ij}^{(0)}| E_{ij}) + \\ & + \sum_{j=1}^3 k_0^2 m_j (|u_{ij}^{(0)}| C_j + |\tau_{ij}^{(0)}| E_{oj}) + k_0^2 m_o (|u_{oi}^{(0)}| C_i + |\tau_{oi}^{(0)}| E_{oi}) + \\ & + ck_0^2 m_k + H [40 \Lambda_i (2\gamma_i + C_i) + (\gamma_o + \frac{1}{2} C_i) \Lambda_i + |\lambda_i^{(0)}| C_i + \\ & + \frac{3}{2} \gamma_o (|\lambda_i^{(0)}| + |\lambda_j^{(0)}|)] < C_i H^2, \end{aligned} \right\} (26)$$

$$\left. \begin{aligned} & \frac{7}{6} D_{ij}^2 + \frac{7}{6} [(A_i + A_j)^2 + (B_i + B_j)^2 + (C_i + C_j)^2] + \\ & + (|x_{ij}^{(0)}| + |x_{ij}^{(0)}|) (A_i + A_j) + (|y_{ij}^{(0)}| + |y_{ij}^{(0)}|) (B_i + B_j) + \\ & + (|\tau_{ij}^{(0)}| + |\tau_{ij}^{(0)}|) (C_i + C_j) < r_{ij}^{(0)} D_{ij}, \end{aligned} \right\} (27)$$

$$D_{ij} < \frac{3 r_{ij}^{(0)} E_{ij}}{49 E_{ij} + 9 |u_{ij}^{(0)}|} \quad (28)$$

Постоянные E_{ij} фиксируем совершенно произвольно, а постоянные D_{ij} выберем настолько малыми, чтобы удовлетворяться (28). Далее, еще несколько уменьшая D_{ij} , в случае необходимости, постоянные A_i , B_i и C_i выбираем настолько малыми, чтобы удовлетворялись (27). Наконец, фиксируя все эти постоянные, H выбираем настолько большим числом, чтобы удовлетворялись (24), (25) и (26).

6. Доказательство сходимости рядов и оценка их остатков. Пусть

$$0 < t < \frac{1}{H^*},$$

где $H^* = \max(H, H_0)$.

Тогда, очевидно, что ряды (10), (12) и (14) сходятся при

$$0 < t < \frac{1}{H^*}, \text{ ибо}$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{t^n H^{*n}}{n(n+1)} < \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n(n+1)} = 1.$$

Пусть

$$x_{oi}(t) = \sum_{k=1}^i x_{oi}^{(k)} t^k + R_i^{(n)}(t), \quad (29)$$

тогда для остатка $R_i^{(n)}(t)$ из (29) получим оценку

$$\begin{aligned} |R_i^{(n)}(t)| & < \sum_{k=n+1}^{\infty} |x_{oi}^{(k)}| t^k < \sum_{k=n+1}^{\infty} \frac{A_i H^k t^k}{k(k+1)} < \\ & < \sum_{k=n+1}^{\infty} \frac{A_i H^{*k} t^k}{k(k+1)} < \frac{A_i}{n+1} \end{aligned} \quad (30)$$

равномерно при $0 < t < \frac{1}{H^*}$.

Неравенства, аналогичные (30), получаются также для оценки остаточных членов рядов (12) и (14).

Июль, 1963.

Кафедра астрономии
Тбилисского государственного
университета

ON THE MOTION OF THE SPACE BODY WITH THE VARIABLE MASS IN ITS FLIGHT TO VENUS

N. G. MAGNARADZE

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Аксенов Е. П., Гребеников Е. А., Демин В. Г., Пирогов Е. Н. Некоторые вопросы динамики полета к Венере, Сообщения ГАИШ, 1962, № 125, 12—41.
2. Дубошин Г. Н. Движение материальной точки под действием силы, зависящей от времени, Астр. Журн. 1925, 2, № 4, 5—11; 1927, 4, № 2, 123—142; 1928, 5, № 2—3, 153—172; 1929, 6, № 2, 162—179.
3. Дубошин Г. Н. О форме траекторий в задаче о двух телах с переменными массами, Астр. Журн. 1930, 7, № 3—4, 153—172.
4. Дубошин Г. Н. Небесная механика, основные задачи и методы, Москва, 1963.
5. Космодемьянский А. А. Курс теоретической механики, Москва, 1955.
6. Магнарадзе Н. Г. Некоторые замечания к задаче движения материальной точки под действием силы, зависящей от времени, Бюлл. Абастуман. астрофиз. obs., 1958, № 22, 139—144.
7. Магнарадзе Н. Г. Об ограниченной задаче трех тел, когда притягиваемое тело имеет переменную массу, Бюлл. Абастуман. астрофиз. obs. 1959, № 24, 145—159.
8. Магнарадзе Н. Г. Об ограниченной пространственной задаче трех тел, когда масса притягиваемого тела является заданной функцией от времени, Бюлл. Абастуман. астрофиз. obs. 1961, № 26, 215—224.
9. Магнарадзе Н. Г. Об одном случае ограниченной задачи трех тел, когда притягиваемое тело имеет переменную массу, Бюлл. Абастуман. астрофиз. obs., 1961, № 26, 191—214.
10. Магнарадзе Н. Г. О поступательно-вращательном движении космического тела относительно Земли. Проблемы движения искусственных небесных тел, Москва, 1963, 278—292.
11. Мещерский И. В. Работы по механике тел переменной массы, Москва, 1952.
12. Субботин М. Ф. Курс небесной механики, Л., т. 2, 1937.
13. Steffenson J. F. On the restricted problem of three bodies. Kgl. danske videnskab. selskab. Mat.-fys. medd., 1956, 30, № 18, p. 17.

ХРОНИКА

* В течение 1963 года сотрудники Абастуманской астрофизической обсерватории принимали участие докладами в ряде астрономических конференций и совещаний: И. Ф. Алания, Р. А. Бартая, И. Я. Кумсишвили, Н. Л. Магалашвили и Л. Н. Мосидзе—в работах XIV Пленума Комиссии по переменным звездам АС АН СССР в Львове; Р. М. Дзигвашвили—в работе семинара Рабочей группы по звездной динамике и кинематике Комиссии звездной астрономии АС АН СССР в Алма-Ате; Т. Г. Мегрелишвили и Л. М. Фишкова—во Всесоюзной конференции по итогам МГГ в г. Москве; Л. М. Фишкова и Н. М. Марцвалладзе—в Конференции по физике верхней атмосферы Земли в Москве; Ц. С. Хецуриани—в Первой всесоюзной конференции молодых астрономов в Москве; В. П. Джапнашвили—в работах Четвертого Международного симпозиума Комитета по исследованию Космоса (КОСПАР) в Варшаве.

* В обсерватории были прочитаны доклады и лекции приглашенными с этой целью лицами: А. Н. Дейчем о задачах и методах фотографической астрометрии; Д. Я. Мартыновым о физике планет; А. Г. Масевич о вопросах внутреннего строения звезд; И. А. Хвостиков провел семинарные занятия по проблемам физики верхней атмосферы Земли. Обсерваторию посетили С. К. Всехсвятский, прочитавший доклад об изучении комет в связи с задачами МГСС, и В. А. Белинский (МГУ).

* В январе 1963 г. обсерваторию посетил и ознакомился с ее работами профессор Дартмутского колледжа г. Гановер (США) Г. Димитров. В мае обсерваторию посетил профессор Иллинойского университета (США) Д. Бэртлет. В ноябре обсерваторию посетил директор Таутенбургской обсерватории (ГДР) доктор Николаус Рихтер, выступивший с докладом «О результатах исследования оптических свойств крупного 2-х метрового телескопа Таутенбургской обсерватории и о задачах, намеченных к решению с его помощью». В том же месяце обсерваторию посетил и ознакомился с ее работами директор Астрономической обсерватории Краковского университета польский астроном профессор Е. В. Рыбка.

* В июне обсерваторию посетил и ознакомился с ее оборудованием и работой академик-секретарь Отделения общей и прикладной физики АН СССР академик Л. А. Арцимович.

* В 1963 году защитили кандидатские диссертации: Л. В. Ксанфомалити на тему «Исследование поляризации Луны на основе электронной техники» и Г. Н. Салуквадзе «Относительные положения, звездные величины и спектральные классы звезд кратных систем типа Трапеции».

* Производственную практику в обсерватории в течение 1963 года проходили 11 студентов Тбилисского, Ленинградского и Уральского государственных университетов. Проходили практику или набирали наблюдательный материал более 10-ти аспирантов и научных сотрудников Пулковской астрономической обсерватории, Киевского гос. университета, Ленинградского гос. университета, Шемахинской астрономической обсерватории, Института геофизики АН ГССР и других учреждений.

* На 40-см рефракторе Цейсса обсерватории проведен ряд переделок и усовершенствований. С рефрактора сняты 20-см камеры, которые теперь уже установлены в специально сооруженной новой башне, вместе с 15-см гидом ($F=250$ см). Параллельно с главной трубой 40-см рефрактора монтирована гидировочная труба АПР—118 с 25-см объективом и фокусным расстоянием 400 см. Труба снабжена электронным лунным фотогидом, разработанным и собранным в лаборатории радиоэлектроники обсерватории. В фокусе 40-см рефрактора ведутся работы по изучению поляризационных свойств Луны, планет, комет, звезд и ИСЗ с помощью изготовленных в той же лаборатории радиоэлектроники автоматического электронного поляриметра (модель 1963 года) и поляровизора.

Раскрытие створок купола рефрактора механизировано.

УКАЗАТЕЛЬ* СТАТЕЙ И АВТОРОВ К БЮЛЛЕТЕНЯМ АБАСТУМАНСКОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ №№ 1—30

(1937—1964)

I. Солнце

1. Спектротелескопические наблюдения на горе Канобили. К. Г. Захарин, 3, 31, 1938.
2. Наблюдения поляризации солнечной короны во время полного солнечного затмения 19 июня 1936 года. К. Г. Захарин, 3, 51, 1938.
3. Опыт радиометрического определения полного излучения солнечной короны во время полного солнечного затмения 19 июня 1936 года. В. Б. Никонов, 3, 77, 1938.
4. Спектротелескопические наблюдения на горе Канобили в период VII. 1938—VI, 1939, Ш. М. Чхандзе, 4, 99, 1940.
5. Спектротелескопические наблюдения на горе Канобили в период VII. 1939—XII, 1939, Ш. М. Чхандзе, 5, 13, 1940.
6. Спектротелескопические наблюдения на горе Канобили в 1940 году. Ш. М. Чхандзе, 6, 131, 1942.
7. Исследование поляризации солнечной короны на основе наблюдения полного солнечного затмения 21 сентября 1941 года. М. А. Вашакидзе, 7, 1, 1943.
8. Радиометрическое наблюдение солнечной короны во время полного солнечного затмения 21 сентября 1941 года. В. Б. Никонов, 7, 33, 1943.
9. О влиянии поглощения линий на определение температуры внутренней короны. В. Ф. Газе, 7, 73, 1943.
10. О степени и направлении плоскости поляризации в лучистом и нелучистом участках солнечной короны на основе наблюдения полного солнечного затмения 21 сентября 1941 года. М. А. Вашакидзе, 8, 117, 1945.
11. Исследование поляризации внутренней короны по наблюдениям полного солнечного затмения 9 июля 1945 года. М. А. Вашакидзе, 11, 95, 1950.
12. Спектротелескопические наблюдения на горе Канобили в 1941—1944 гг. Ш. М. Чхандзе и Н. И. Георгобидани, 15, 169, 1953.
13. Радиометрия солнечной короны (наблюдение полного солнечного затмения 25 февраля 1952 года). М. С. Зельцер, 16, 9, 1954.
14. Проявление солнечной активности в извержениях. Т. С. Размадзе, 16, 59, 1954.
15. Спектротелескопические наблюдения на горе Канобили в 1945—1947 годы. Ш. М. Чхандзе, 16, 149, 1954.
16. Изучение поляризации излучения солнечной короны на основе наблюдения полного солнечного затмения 25 февраля 1952 года. М. А. Вашакидзе, 17, 3, 1954.
17. Спектротелескопические наблюдения Солнца в 1948—1950 годы. Т. С. Размадзе, 17, 93, 1954.

* В Указателе первое число указывает № Бюллетеня, второе—страницу, третье—

18. Спектрогелиоскопические наблюдения на горе Канобили в 1951—1953 годы. Т. С. Размадзе, 19, 25, 1955.
19. Радиометрическое наблюдение солнечной короны при полном солнечном затмении 30 июня 1954 года. Я. И. Кумсишвили, 20, 17, 1956.
20. О результатах обработки спектрогелиоскопических наблюдений в Абастуманской обсерватории. Т. С. Размадзе, 22, 103, 1958.
21. О некоторых характеристиках хромосферных вспышек. Т. С. Размадзе, 22, 113, 1958.
22. Фотометрия хромосферных вспышек. Т. С. Размадзе, 29, 3, 1962.
23. Кривые развития хромосферных вспышек. Т. С. Размадзе и А. С. Цховребадзе, 29, 29, 1962.
24. Статистическое исследование радиовсплесков Солнца на частоте 209 мгц. Ш. С. Макандарашвили, 29, 47, 1962.
25. Наблюдения радионизлучения Солнца на волне 1.44 м. А. Н. Алимбарашвили, Ш. С. Макандарашвили, Э. И. Парсаданова, 29, 51, 1962.

II. Планеты, Луна и кометы

1. Наблюдения малых планет на горе Канобили. Е. К. Харадзе, 5, 43, 1940.
2. Фотографические наблюдения малых планет. Е. К. Харадзе и Н. В. Демидов, 6, 97, 1942.
3. О двух новых кометах. Г. А. Тевзадзе, 7, 201, 1943.
4. К определению типа хвоста кометы 1942 Тевзадзе П. Г. А. Тевзадзе, 8, 123, 1945.
5. Отражательная способность и показатели цвета Земли и деталей Луны по электрофотометрическим промерам. А. В. Марков, 11, 107, 1950.
6. Распределение яркости в земной тени и полутени по электрофотометрическим наблюдениям полного лунного затмения 8 декабря 1946 года. В. П. Джапашвили, 17, 29, 1954.
7. Фотометрическая структура типичной кометы (комета 1942g). Б. А. Воронцов-Вельяминов, 17, 49, 1954.
8. Фотографические наблюдения малых планет и комет. Т. А. Кочлашвили и А. Ф. Торонджадзе, 17, 75, 1954.
9. Наблюдения покрытий звезд Луной. Т. А. Кочлашвили, 17, 89, 1954.
10. Визуальные наблюдения Марса при противостоянии 1954 года. Н. И. Кучеров, 20, 29, 1956.
11. Исследование поляризационных свойств образований Лунной поверхности по электрофотометрическим измерениям. В. П. Джапашвили, 21, 3, 1957.
12. Спектрофотометрия ядра кометы Арнда-Ролана (1956 h). М. В. Долидзе, В. И. Макаров, 26, 81, 1961.
13. Фотографические наблюдения малых планет. Г. Н. Салуквадзе, 26, 89, 1961.

III. Звездная астрономия. Строение Галактики. Галактическое поглощение света. Галактические туманности

1. О пространственном распределении звезд типа F. М. А. Вашакидзе, 1, 87, 1937.
2. Проблема диффузных туманностей и космического поглощения. В. А. Амбарцумян и Ш. Г. Горделадзе, 2, 37, 1938.
3. Распределение звезд типа A, F и G перпендикулярно плоскости Галактики и в направлении на галактический центр. М. А. Вашакидзе, 2, 109, 1938.
4. Флюктуации в числе внегалактических туманностей и галактическое поглощение. В. А. Амбарцумян, 4, 17, 1940.
5. Селективное поглощение в Местной системе. М. А. Вашакидзе, 4, 27, 1940.

6. К изучению поглощения света звезд в Местной системе. Е. К. Харадзе, 4, 39, 1940.
7. Пространственное поглощение света в Туманности Плеяд. Е. К. Харадзе, 4, 53, 1940.
8. Разность колор-эксцессов скоплений η и ζ Персея. А. М. Домбровская, 4, 69, 1940.
9. Колор-индексы 1758 звезд в пяти Площадках Каптейна, расположенных в галактической плоскости. Е. К. Харадзе, 6, 17, 1942.
10. Распределение звезд по спектральным классам в темных и светлых участках Млечного Пути. М. А. Вашакидзе, 6, 71, 1942.
11. Колор-индексы 4535 звезд в одиннадцати Площадках Каптейна. Е. К. Харадзе, 7, 99, 1943.
12. Изучение селективного поглощения в области раздвоения Млечного Пути в Орле. П. Ф. Шайн, 7, 189, 1943.
13. О флюктуациях яркости Млечного Пути. В. А. Амбарцумян, 8, 43, 1945.
14. О космическом поглощении в окнах зоны избегания. О. А. Мельников, 8, 51, 1945.
15. Космическое поглощение по долгопериодическим цефеидам в связи с вопросом о нуль-пункте кривой «период-светимость». О. А. Мельников, 8, 57, 1945.
16. Колор-индексы 3219 звезд в девяти Площадках Каптейна в зоне галактических широт $b = \pm 10-20^\circ$. Е. К. Харадзе, 8, 71, 1945.
17. Определение абсолютных величин слабых звезд поздних спектральных классов (G и K) по спектрам, полученным с объективной призмой. Н. Б. Каландадзе, 10, 63, 1949.
18. Показатели цвета 4488 звезд в восемнадцати Площадках Каптейна, расположенных на средних и высоких галактических широтах. Е. К. Харадзе, 10, 123, 1949.
19. Фотовизуальные величины звезд и избирательное поглощение в трех участках Млечного Пути, в созвездиях Персея, Близнецов и Лебедя. Т. А. Кочлашвили, 11, 19, 1950.
20. Каталог показателей цвета 14000 звезд и исследование поглощения света в Галактике на основе цветовых избытков звезд. Е. К. Харадзе, 12, 1, 1952.
21. Изучение галактического поглощения света по избыткам цвета внегалактических туманностей и долгопериодических цефеид и другими методами. М. А. Вашакидзе, 13, 1, 1953.
22. Опыт построения фундаментального каталога фотоэлектрических цветовых эквивалентов звезд спектральных типов V8 и V9. В. Б. Никонов, 14, 1, 1953.
23. Определение спектральных абсолютных величин слабых звезд типов V5—A7. Р. А. Бартая, 15, 37, 1953.
24. Особенности движений звезд спектральных классов O и B и расширение звездных ассоциаций. А. Ф. Торонджадзе, 15, 115, 1953.
25. Спектральные абсолютные величины 137 звезд спектральных типов V8 и V9, расположенных в высоких галактических широтах. Р. А. Бартая, 18, 3, 1955.
26. К статистическому изучению темных туманностей, Дж. Ш. Хавтаси, 18, 29, 1955.
27. Изучение галактических орбит и некоторые закономерности в движениях звезд. Р. М. Дзигвашвили, 18, 115, 1955.
28. К вопросу об определении плоскости симметрии поглощающей материи в Галактике на основе наблюдаемых данных о межзвездном поглощении. А. Ф. Торонджадзе и Т. А. Кочлашвили, 20, 41, 1956.
29. К вопросу о кинематике Местной системы. А. Ф. Торонджадзе, 20, 45, 1956.
30. Исследование функции распределения скоростей звезд на основе анализа составляющих собственных движений. А. Ф. Торонджадзе, 20, 55, 1956.
31. Исследование средних лучевых и тангенциальных скоростей звезд и опыт оценки

- точности каталожных значений параллаксов. М. Г. Колхидашвили, 20, 63, 1956.
32. Каталог спектральных абсолютных величин 766 звезд спектральных типов В и А в 44-х Площадах Каптейна, расположенных вдоль галактического пояса ($|b| \leq 30^\circ$). Р. А. Бартая, 22, 25, 1958.
 33. Каталог спектральных абсолютных величин 425 слабых звезд типов G и K. Н. Б. Каландадзе, 22, 45, 1958.
 34. Фотовизуальные звездные величины и цветовые показатели звезд в направлении на галактический центр. Т. А. Кочлашвили, 22, 67, 1958.
 35. О распределении масс в Галактике. Р. И. Киладзе, 22, 125, 1958.
 36. Исследование избирательного поглощения света в Галактике по цветовым избыткам короткопериодических цефеид. И. Ф. Алания, 23, 3, 1958.
 37. Электрофотометрия ярких планетарных и диффузных газовых туманностей. Н. А. Размадзе, 23, 91, 1958.
 38. Определение некоторых статистических характеристик темных туманностей на основе звездных подсчетов. Дж. Ш. Хавтаси, 23, 157, 1958.
 39. К вопросу об определении общего поглощения. Г. Д. Квирквелия, 23, 167, 1958.
 40. К вопросу об определении элементов эллипсоида распределения звездных скоростей по V_r и V_t компонентам. М. Г. Колхидашвили, 23, 175, 1958.
 41. К вопросу об изучении галактических орбит звезд. Р. М. Дзигвашвили, 23, 183, 1958.
 42. Некоторые результаты фотометрии кометарной туманности NGC 2261. Н. А. Размадзе, 24, 25, 1959.
 43. Изофоты планетарной туманности NGC 6853 в излучении $\lambda 3727$ [OIII]. Н. А. Размадзе, Р. С. Ирошников, Э. В. Коток, 24, 31, 1959.
 44. Опыт определения лучевых скоростей звезд с помощью объективной призмы, установленной перед 70 см менисковым телескопом. Р. И. Киладзе, 24, 35, 1959.
 45. Замечания к исследованию поглощения света в направлении на галактический центр. Т. А. Кочлашвили, 24, 85, 1959.
 46. О зависимости между двумя фотометрическими системами звездных величин. Т. А. Кочлашвили, 24, 91, 1959.
 47. Исследование межзвездного поглощения на основе данных о цветовых избытках долгопериодических цефеид. А. Ф. Торонджадзе, А. Ш. Хатисов, 24, 97, 1959.
 48. Номограммы и счетная линейка для определения величины космического поглощения. А. Ф. Торонджадзе, 24, 109, 1959.
 49. Об использовании эмпирического закона распределения плотностей поглощающего вещества перпендикулярно галактической плоскости для учета поглощения. А. Ф. Торонджадзе, 24, 117, 1959.
 50. О законе распределения плотностей поглощающего вещества перпендикулярно галактической плоскости. А. Ф. Торонджадзе, 24, 123, 1959.
 51. Определение параметров функции распределения скоростей для шаровых скоплений на основе применения принципа максимума правдоподобия. Р. М. Дзигвашвили, 24, 129, 1959.
 52. О двухмерной спектральной классификации звезд с применением предобъективной призмы. Е. К. Харадзе, Р. А. Бартая, 25, 139, 1960.
 53. Результаты спектрального исследования звезд в трех участках Млечного Пути. Р. А. Бартая, Е. К. Харадзе, 25, 155, 1960.
 54. О структурных деталях эмиссионных туманностей. М. В. Дolidзе, 26, 21, 1961.
 55. Спектрофотометрия слабых планетарных туманностей. Н. А. Размадзе, 26, 25, 1961.
 56. Спектры звезд вокруг NGC 6604, NGC 6913 и Tr I. Е. К. Харадзе, Р. А. Бартая, 26, 35, 1961.

57. Построение функции распределения элементов орбит звезд на основе функции распределения скоростей. Р. М. Дзигвашвили, 26, 183, 1961.
58. Обзор работ по звездной астрономии, ведущихся в обсерваториях СССР. П. Н. Холопов, 27, 7, 1962.
59. О двухмерной спектральной классификации и о спектральном обозрении в трех участках Млечного Пути. Е. К. Харадзе, Р. А. Бартая, 27, 22, 1962.
60. Об Одесском фотометрическом каталоге. Б. А. Драгомирецкая, 27, 23, 1962.
61. Применение метода спектральных обозрений к изучению Галактики. М. В. Дolidзе, 27, 24, 1962.
62. О структуре внутреннего ближнего к Солнцу рукава Галактики. И. И. Проник, 27, 27, 1962.
63. Различие в пространственном распределении титановых гигантов постоянного и переменного блеска. Я. Я. Икауниекс, 27, 27, 1962.
64. Обсуждение докладов и выступления на III Пленуме Комиссии звездной астрономии АС АН СССР. 27, 28, 1962; 27, 47, 1962; 27, 62, 1962; 27, 71, 1962; 27, 126, 1962.
65. Система шаровых звездных скоплений и некоторые вопросы развития звезд. Б. В. Кукаркин, 27, 30, 1962.
66. Распределение звездной плотности в скоплении M67. П. Н. Холопов, Н. М. Артюхина, 27, 33, 1962.
67. Движение рассеянных звездных скоплений. К. А. Бархатова, 27, 35, 1962.
68. Пулковский каталог собственных движений звезд в области 12 рассеянных звездных скоплений. В. В. Лавдовский, 27, 36, 1962.
69. К вопросу о расширении звездных ассоциаций. Л. В. Мирзоян, 27, 36, 1962.
70. Лучевые скорости звезд в ассоциации Персей II. Р. И. Киладзе, 27, 40, 1962.
71. Каталог «слабых звезд» и задачи звездной астрономии. А. Н. Дейч, 27, 49, 1962.
72. О некоторых современных проблемах в звездной астрономии. И. М. Копылов, Э. С. Бродская, 27, 50, 1962.
73. Проблемы получения однородных систем фотометрических каталогов и создания сети фотоэлектрических стандартов звездных величин. В. Б. Никонов, 27, 52, 1962.
74. Фотометрическое определение абсолютных величин звезд ранних спектральных типов. Ю. С. Ефимов, 27, 62, 1962.
75. Об учете погрешностей в звездной фотографической фотометрии. Дж. Ш. Хавтаси, 27, 64, 1962.
76. О пространственном распределении звезд и поглощающей материи в созвездии Лебедя. Л. П. Метик, 27, 69, 1962.
77. Исследование межзвездного поглощения в SA40. Л. Н. Яворская, 27, 69, 1962.
78. Спектры, фотографические величины и показатели цвета в нескольких участках Млечного Пути. Э. С. Бродская, 27, 69, 1962.
79. Об Атласе галактических темных туманностей. Дж. Ш. Хавтаси, 27, 70, 1962.
80. О белых карликах в низких галактических широтах. К. А. Саакли, 27, 70, 1962.
81. Обсуждение хода выполнения плана комплексного изучения Млечного Пути (плана П. П. Паренаго). 27, 70, 1962.
82. Некоторые узловые нерешенные проблемы динамики галактик и возможные пути их решения. К. Ф. Огородников, 27, 72, 1962.
83. Модели стационарных самогравитирующих звездных систем с осевой симметрией. Г. Г. Кузмин, А. С. Кутузов, 27, 82, 1962.
84. Фундаментальная теорема динамики самогравитирующих звездных систем и их эргодичность в стационарном осесимметричном случае. Г. М. Идлис, 27, 88, 1962.
85. К теории третьего интеграла движения звезд. Г. Г. Кузмин, 27, 89, 1962.
86. Проблема иррегулярных сил в звездных системах. Т. А. Агекян, 27, 92, 1962.
87. О гипотезе о происхождении Магеллановых Облаков из Галактики в результате ее

- столкновения с внегалактической туманностью NGC55 и динамике Сверхгалактики. Г. М. Идлес. 27, 92, 1962.
88. Общая кинематическая характеристика подсистем Галактики. Р. Б. Шацова. 27, 95, 1962.
89. О сравнении с наблюдениями нескольких теоретических законов вращения Галактики. А. С. Шаров. 27, 102, 1962.
90. О распределении логарифмов тангенциальных скоростей звезд. Я. Э. Эйнасто. 27, 103, 1962.
91. Исследование распределения Z-компонент скоростей звезд. М. Г. Колхидашвили. 27, 108, 1962.
92. Построение функции распределения элементов орбит звезд на основе функции распределения скоростей. Р. М. Дзигвашвили. 27, 116, 1962.
93. О кинематике шаровых скоплений. Е. Д. Павловская, А. С. Шаров. 27, 116, 1962.
94. О движении шаровых звездных скоплений. А. Я. Филин. 27, 117, 1962.
95. О периодических движениях звезд внутри эллипсоидальных звездных систем. В. К. Абалаки. 27, 124, 1962.
96. Современное состояние проблемы фотометрических систем и стандартов звездных величин и показателей цвета. А. С. Шаров. 27, 133, 1962.
97. Красная и инфракрасная спектральная классификация М-звезд по низкодисперсным спектрам в Лебедь IV. М. В. Долидзе, Н. Н. Гусева, Т. В. Ретивая, Б. А. Кундзиня. 28, 137, 1962.
98. Рассеянное скопление Ap (Tr) 35. С. П. Априамашвили, 28, 157, 1962.
99. Спектры звезд в четырех участках диффузных эмиссионных туманностей. Р. А. Бартая, Е. К. Харадзе. 28, 161, 1962.
100. Исследование межзвездного поглощения света и пространственного распределения звезд в двух участках Млечного Пути в созвездиях Орла и Щита. С. П. Априамашвили, 30, 49, 1964.
101. М-звезды в области ζ Змееносца. М. В. Долидзе, 30, 71, 1964.
102. Область Cyg Loop в красных и темно-красных лучах. М. В. Долидзе, 30, 81, 1964.

IV. Переменные звезды

1. Фотографические наблюдения переменных звезд типа W Ursae Majoris (пояснительные замечания). 1, 7, 1937.
2. BV Pegasi. Фотографическая кривая блеска и элементы. В. Б. Никонов и П. П. Добронравин, 1, 11, 1937.
3. AP Aurigae. Фотографическая кривая блеска и элементы. В. Б. Никонов и В. М. Бодокиа, 1, 15, 1937.
4. OS Aquilae. Фотографическая кривая блеска и элементы. В. М. Бодокиа, 1, 19, 1937.
5. AG Virginis. Фотографическая кривая блеска и элементы. В. М. Бодокиа, 1, 25, 1937.
6. ZZ Persei. Фотографическая кривая блеска и элементы. В. М. Бодокиа, 1, 29, 1937.
7. Фотоэлектрические наблюдения P Cygni. В. Б. Никонов, 1, 35, 1937.
8. О смещениях абсорбционных линий в спектре P Cygni. Е. К. Харадзе, 1, 39, 1937.
9. CY Aquarii. П. Г. Куликовский, 1, 47, 1937.
10. UX Eridani. Фотографическая кривая блеска и элементы. В. М. Бодокиа, 2, 1, 1938.
11. RZ Comae Berenices. Фотографическая кривая блеска и элементы. В. М. Бодокиа, 2, 7, 1938.

12. AN Aurigae. Фотографическая кривая блеска и элементы. В. М. Бодокиа, 2, 11, 1938.
13. SS Comae Berenices. Фотографическая кривая блеска и элементы. В. М. Бодокиа, 2, 15, 1938.
14. UW Aquarii. В. М. Бодокиа, 2, 21, 1938.
15. Фотоэлектрические наблюдения P Cygni в 1936 и 1937 гг. В. Б. Никонов, 2, 23, 1938.
16. Фотоэлектрические наблюдения затменной переменной λ Tauri. В. Б. Никонов, 2, 29, 1938.
17. WW Eridani. Фотографическая кривая блеска и элементы. В. М. Бодокиа, 3, 1, 1938.
18. AN Virginis. Фотографическая кривая блеска и элементы. В. М. Бодокиа, 3, 5, 1938.
19. YY Eridani. Фотографическая кривая блеска и элементы. В. М. Бодокиа, 3, 9, 1938.
20. RX Canis Majoris. Фотографическая световая кривая, элементы и фотометрическая орбита. К. Г. Захарин, 3, 13, 1938.
21. RW Canis Majoris. К. Г. Захарин, 3, 21, 1938.
22. Фотоэлектрические наблюдения δ Senti. В. Б. Никонов, 3, 27, 1938.
23. Фотоэлектрическая фотометрия затменной переменной 44i Boo B в инфракрасной и фиолетовой областях спектра. В. Б. Никонов, 4, 1, 1940.
24. О соотношении фаз изменения радиусов хромосфер и фотосфер цефеид. О. А. Мельников, 6, 79, 1942.
25. Электроколориметрия затменной переменной U Ophiuchi. Н. Л. Магалашвили, 10, 1, 1949.
26. Электроколориметрия спектрально-двойной звезды Y Орла. Н. Л. Магалашвили, 11, 1, 1950.
27. Фотоэлектрические наблюдения α^2 Canum Venaticorum. В. Б. Никонов и Э. С. Бродская, 11, 7, 1950.
28. Электрофотометрия затменных переменных звезд RX Геркулеса и RS Ансички. Н. Л. Магалашвили, 15, 3, 1953.
29. О колебаниях блеска и цвета звезды P Лебедя. Н. Л. Магалашвили и Е. К. Харадзе, 20, 3, 1956.
30. Электрофотометрия спектрально-двойной звезды BD+39^o 811. Н. Л. Магалашвили, Я. И. Кумсишвили и Н. А. Размадзе, 20, 11, 1956.
31. Электрофотометрия спектрально-двойной звезды Σ 12. А. Н. Л. Магалашвили, Я. И. Кумсишвили, 22, 3, 1958.
32. Фотоэлектрические наблюдения 12 Lacertae. Н. Л. Магалашвили, Я. И. Кумсишвили, 22, 7, 1958.
33. Электрофотометрические наблюдения звезды HD 217050. Н. Л. Магалашвили, Я. И. Кумсишвили, 22, 19, 1958.
34. Исследование избирательного поглощения света в Галактике по цветовым избыткам короткопериодических цефеид. И. Ф. Алания, 23, 3, 1958.
35. Спектрофотометрия четырех нестационарных звезд. М. В. Долидзе, 23, 69, 1958.
36. Замечания об измерениях спектрограмм звезд типов Ве и Р Лебедя. М. В. Долидзе, 23, 81, 1958.
37. Электрофотометрия затменных переменных звезд RR Рыси и Y Лебедя. Н. Л. Магалашвили, Я. И. Кумсишвили, 24, 13, 1959.
38. Фотоэлектрические наблюдения β Лирь. Н. Л. Магалашвили, Я. И. Кумсишвили, 25, 91, 1960.
39. Фотоэлектрические наблюдения затменной переменной VW Цефея. Н. Л. Магалашвили, Я. И. Кумсишвили, 25, 97, 1960.

40. Спектральные наблюдения AG Дракона. Л. В. Мирзоян, Р. А. Бартая, 25, 121, 1960.
41. Спектральные классы 10 звезд типа RR Лиры. И. Ф. Алания, 25, 127, 1960.
42. Электрофотометрия δ Кита. Н. А. Магалашвили, Я. И. Кумсишвили, 26, 3, 1961.
43. О спектрально-двойной звезде α Девы (Спика). Н. А. Магалашвили, Я. И. Кумсишвили, 26, 13, 1961.
44. Определение радиуса CC Андромеды. Н. А. Магалашвили, Я. И. Кумсишвили, 28, 3, 1962.
45. Электрофотометрическое исследование звезды γ Эридана. Я. И. Кумсишвили, 28, 11, 1962.
46. Спектрофотометрическое исследование короткопериодической цефеиды RZ Цефея. И. Ф. Алания, 28, 87, 1962.
47. Спектрофотометрия непрерывного спектра переменной AC Геркулеса. И. Ф. Алания, 28, 105, 1962.
48. Фотометрия непрерывных спектров звезд RS и XX Змееносца. М. В. Долидзе, И. Ф. Алания, 28, 113, 1962.
49. Фотометрия непрерывного спектра четырех нестационарных звезд с полосами поглощения в спектре. М. В. Долидзе, А. Ф. Пугач, 28, 121, 1962.
50. Спектрофотометрическое исследование RW Возничего. Е. К. Харадзе, Р. А. Бартая, 30, 3, 1964.
51. Трехцветная фотометрия RW Возничего. Л. Н. Мосидзе, 30, 21, 1964.
52. Электроколориметрические наблюдения RW Возничего. Я. И. Кумсишвили, Н. А. Магалашвили, О. П. Абуладзе, 30, 33, 1964.
53. Затменно переменная звезда V 502 Змееносца. Н. А. Магалашвили, Я. И. Кумсишвили, 30, 39, 1964.
54. Затменно переменная звезда KЭП 5708 (S 4605). М. И. Кумсишвили, 30, 45, 1964.

V. Новые, новоподобные звезды, звезды большой светимости. Эмиссионные звезды.

1. Об оценке массы выброшенной во время вспышки Новой. Ш. Г. Горделадзе, 1, 55, 1937.
2. О температуре новых звезд в конечной стадии вспышки. Ш. Г. Горделадзе, 2, 69, 1938.
3. Энергия вспышки Новых. Ш. Г. Горделадзе, 2, 99, 1938.
4. К вопросу о новоподобных звездах типа U Geminoium. Ш. Г. Горделадзе, 3, 91, 1938.
5. К вопросу о температуре Новых. Ш. Г. Горделадзе, 3, 103, 1938.
6. Ранняя стадия спектра Новой Геркулеса. М. А. Вашакидзе, 4, 77, 1940.
7. Определение температуры Новой Геркулеса методом Эанстра. М. А. Вашакидзе, 4, 87, 1940.
8. Об изотопах углерода в спектре звезд класса N. Г. А. Шайн, 6, 1, 1942.
9. Некоторые физические характеристики атмосферы сверхгигантов ϵ B5-- ϵ A3. Г. А. Шайн, 7, 83, 1943.
10. Исследование Новой в созвездии Змеи (N Ser 1948), открытой в Абастуманской обсерватории. Р. А. Бартая, 15, 17, 1953.
11. Эмиссионные звезды в участке μ Цефея. М. В. Долидзе, В. В. Вязовов, 24, 3, 1959.
12. Звезды с яркой линией H α около скопления NGC 7380. М. В. Долидзе, 24, 7, 1959.

13. Новые эмиссионные звезды около IC 443+S 40. М. В. Долидзе, 25, 105, 1960.
14. О системе S 147. М. В. Долидзе, 25, 111, 1960.
15. Новые H α -эмиссионные звезды в Единороге. Н. А. Размадзе, 25, 119, 1960.
16. Фотометрия непрерывного спектра четырех нестационарных звезд с полосами поглощения в спектре. М. В. Долидзе, А. Ф. Пугач, 28, 121, 1962.

VI. Внегалактические туманности

1. Флюктуации в числе внегалактических туманностей и галактическое поглощение. В. А. Амбарцумян, 4, 17, 1940.
2. Колор-индексы 140 внегалактических туманностей. М. А. Вашакидзе, 5, 1, 1940.
3. Колор-индексы 155 внегалактических туманностей. М. А. Вашакидзе, 6, 57, 1942.
4. Колор-индексы 215 внегалактических туманностей. М. А. Вашакидзе, 8, 1, 1945.
5. Распределение цвета в центральных частях туманности Андромеды. Л. Н. Радлова, 11, 91, 1950.
6. Определение степени и плоскости поляризации для близких внегалактических туманностей. М. А. Вашакидзе, 18, 15, 1955.
7. Некоторые узловые нерешенные проблемы динамики галактик и возможные пути их решения. К. Ф. Огородников, 27, 72, 1962.
8. О гипотезе о происхождении Магеллановых Облаков из Галактики в результате ее столкновения с внегалактической туманностью NGC 55 и динамике Сверхгалактики. Г. М. Идалис, 27, 92, 1962.
9. О статистических функциях внегалактических туманностей. Дж. Ш. Хавтаси, 30, 93, 1964.

VII. Теоретическая Астрономия. Небесная механика

1. О движении малого тела в наружной области планетной системы. Часть I, И. П. Тарасашвили, 5, 65, 1940.
2. К вопросу об исследовании уравнений Лагранжа в методе для определения орбиты по трем наблюдениям. А. В. Пурцхванидзе, 10, 187, 1949.
3. О сходимости разложений Ньютона потенциала эллиптической орбиты в некоторых граничных точках области сходимости. Н. Г. Магнарадзе, 11, 143, 1950.
4. Об оценке остаточных членов разложений Ньютона потенциала эллиптической орбиты. Н. Г. Магнарадзе, 11, 155, 1950.
5. Некоторые замечания к задаче движения материальной точки под действием силы, зависящей от времени. Н. Г. Магнарадзе, 22, 139, 1958.
6. Интегралы задачи двух тел в сферических координатах и применение их для определения орбит. М. П. Имиадзе, 22, 145, 1958.
7. Об ограниченной задаче трех тел, когда притягиваемое тело имеет переменную массу. Н. Г. Магнарадзе, 24, 145, 1959.
8. Об одном случае ограниченной задачи трех тел, когда притягиваемое тело имеет переменную массу. Н. Г. Магнарадзе, 26, 191, 1961.
9. Об ограниченной пространственной задаче трех тел, когда масса притягиваемого тела является заданной функцией от времени. Н. Г. Магнарадзе, 26, 215, 1961.
10. О движении космического тела с переменной массой при полете к Венере. Н. Г. Магнарадзе, 30, 143, 1964.
11. აბსტრუქტის სტრუქტურა. მდსერვ. ბიულ., № 30

VIII. Астрометрия

1. Исследование цапф переносного пассажного инструмента Бамберга № 11675. Г. А. Тевзадзе, 5, 49, 1940.
2. Определение широты и долготы Абастуманской обсерватории на горе Канобили из наблюдений, произведенных в 1939 г. Г. А. Тевзадзе, 6, 105, 1942.

IX. Методические исследования и испытание приборов

1. Несколько замечаний к вопросу о методике фотографической фотометрии звезд. П. П. Добронравин, 1, 97, 1937.
2. Исследование сферической аберрации и астигматизма 8" объективов камер 16" рефрактора Абастуманской обсерватории. Е. К. Харадзе и М. А. Вашакидзе, 2, 131, 1938.
3. Хроматические кривые 8" объективов камер 16" рефрактора. Е. К. Харадзе и М. А. Вашакидзе, 3, 111, 1938.
4. Исследование объектива 16" рефрактора Абастуманской обсерватории. Е. К. Харадзе и М. А. Вашакидзе, 3, 121, 1938.
5. Исследование анаберрационной камеры Шмидта. Ш. Г. Горделадзе и Е. К. Харадзе, 3, 133, 1938.
6. Ошибка фотометрического поля 8" объективов. М. А. Вашакидзе и Е. К. Харадзе, 4, 139, 1940.
7. Исследование цапф переносного пассажного инструмента Бамберга № 11675. Г. А. Тевзадзе, 5, 49, 1940.
8. Звездный электрофотометр с фотомножителем. О. Д. Дзимистаришвили, А. Л. Ошеревич, Н. А. Размадзе, С. Ф. Родионов, 16, 3, 1954.
9. Дополнительное приспособление к саморегистрирующему микрофотометру МФ—4. М. В. Долдзе, Л. М. Фишкова, 22, 117, 1958.
10. Замечания об измерениях спектрограмм звезд типов Ве и Р Лебедя. М. В. Долдзе, 23, 81, 1958.
11. Опыт определения лучевых скоростей звезд с помощью объективной призмы, установленной перед 70-см менисковым телескопом. Р. И. Киладзе, 24, 35, 1959.
12. Систематические погрешности электронных приборов для определения степени поляризации света. Л. В. Ксанфомалити, 24, 175, 1959.
13. О двухмерной спектральной классификации звезд с применением предобъективной призмы. Е. К. Харадзе, Р. А. Бартая, 25, 139, 1960.
14. Опыт построения трехцветной фотометрической системы с использованием 40-см рефрактора. Г. Н. Салуквадзе, 26, 105, 1961.
15. Солнечный инфракрасный спектрофотометр, сконструированный и изготовленный в Абастуманской обсерватории. Ц. С. Хецуриани, 26, 129, 1961.
16. Определение нуля спектрофотометрических температур. М. В. Долдзе, М. Ф. Мазный, Л. М. Фишкова, 26, 161, 1961.
17. Особенности работы фотоэлектронных умножителей при регистрации слабых модулированных световых потоков. Л. В. Ксанфомалити, 26, 169, 1961.
18. Конструкция и расчет фотогидрирующего устройства радиотелескопа. Л. В. Ксанфомалити, 26, 177, 1961.
19. Об инструментальных средствах современной звездной астрономии и внедрении автоматики в процессы обработки наблюдений. О. А. Мельников, 27, 53, 1962.
20. О быстродействующей машине для измерений блеска и координат звезд по астронегативам. Ш. Г. Горделадзе, Г. А. Любченко, 27, 62, 1962.
21. Об учете погрешностей в звездной фотографической фотометрии. Дж. Ш. Хавта-си, 27, 64, 1962.
22. Относительное пропускание объектива 40-см рефрактора и коррекционной линзы 36-см камеры Шмидта Абастуманской астрофизической обсерватории. Н. Б. Калаидадзе, Л. М. Фишкова, Г. Н. Салуквадзе, 28, 205, 1962.

23. О возможностях применения селективно поглощающих пленок. М. В. Долдзе, 28, 209, 1962.
24. Фазовый фильтр с самонастройкой. Л. В. Ксанфомалити, 28, 213, 1962.
25. Фотокатоды и эффективность счета квантов. Л. В. Ксанфомалити, 28, 219, 1962.
26. Исследование координатно-измерительной машины КИМ-3. Г. Н. Салуквадзе, А. Ш. Хатисов, 30, 107, 1964.
27. Исследование щелей солнечного инфракрасного спектрофотометра и внеатомного коронографа. Э. И. Тетрашвили, Ц. С. Хецуриани, 30, 127, 1964.
28. Электронный фотогид. Л. В. Ксанфомалити, 30, 137, 1964.
29. Система автоматического вращения купола телескопа. Е. Н. Джапаридзе, А. Н. Король, 30, 139, 1964.

X. Геофизика. Прозрачность атмосферы

1. Фактор мутности атмосферы в Абастумани. Ш. М. Чхандзе, 1, 105, 1937.
2. К характеристике атмосферного режима в Абастумани. Е. К. Харадзе, 1, 111, 1937.
3. Солнечная радиация и прозрачность атмосферы в Абастумани. Ш. М. Чхандзе, 2, 147, 1938.
4. К вопросу о сравнительном изучении климата курорта Абастумани и горы Канобили. Ш. М. Чхандзе, 3, 141, 1938.
5. Актинометрические наблюдения на горе Канобили. Ш. М. Чхандзе, 3, 149, 1938.
6. Метеорологические наблюдения на горе Канобили. Ш. М. Чхандзе, 3, 159, 1938.
7. К вопросу об изучении солярного климата горы Канобили. Ш. М. Чхандзе, 4, 153, 1940.
8. Актинометрические наблюдения на горе Канобили в 1938 году. Ш. М. Чхандзе, 4, 153, 1940.
9. Некоторые результаты актинометрических наблюдений с фильтром. Ш. М. Чхандзе, 5, 119, 1940.
10. Актинометрические наблюдения на горе Канобили в 1939 году. Ш. М. Чхандзе, 5, 127, 1940.
11. Актинометрические наблюдения на горе Канобили в 1940 году. Ш. М. Чхандзе, 6, 165, 1942.
12. К актинометрической характеристике курорта Абастумани. Ш. М. Чхандзе, 8, 127, 1945.
13. Изучение некоторых физических свойств высоких слоев атмосферы методом электроколориметрии сумерек. Т. Г. Мегрелишвили, 9, 1, 1948.
14. Солнечная радиация и мутность атмосферы на горе Канобили. Ш. М. Чхандзе, 11, 163, 1950.
15. Вариации интенсивности свечения ночного неба в ближней инфракрасной области. Л. М. Фишкова, 19, 3, 1955.
16. Об атмосферной экстинкции. М. В. Долдзе, 22, 93, 1958.
17. Некоторые результаты электрофотометрических наблюдений эмиссий OI_{Na} , OH и непрерывного фона в свечении ночного неба. Л. М. Фишкова и Г. В. Маркова, 24, 161, 1959.
18. Поляризация ясного дневного неба в зените. Е. К. Кохан, 26, 95, 1961.
19. Вращательная температура гидроксильного излучения верхней атмосферы. Л. М. Фишкова, 29, 55, 1962.
20. Вариации интенсивности и пространственное распределение эмиссии $\lambda 6562 \text{ \AA}$ $H\beta$ свечения ночного неба. Л. М. Фишкова, 29, 77, 1962.
21. О поляризации света сумеречного неба. Т. Г. Мегрелишвили, 29, 93, 1962.

22. Спектральные исследования гидроксильного излучения в свете сумеречного небл. Т. Г. Мегрелишвили, Т. И. Торошелидзе, 29, 103, 1962.
23. Озонометрические наблюдения в Абастумани. Ш. М. Чхандзе, 29, 111, 1962.

XI. Отчеты

1. Краткий отчет о деятельности Абастуманской астрофизической обсерватории на горе Канобили в 1932—1937 гг. 2, 151, 1938.
2. Краткий отчет о деятельности Абастуманской астрофизической обсерватории на горе Канобили в 1938—1939 гг. 5, 131, 1940.
3. Краткий отчет о деятельности Абастуманской астрофизической обсерватории на горе Канобили в 1940—1942 гг. 7, 209, 1943.
4. Краткий отчет о деятельности Абастуманской астрофизической обсерватории на горе Канобили в 1943—1948 гг. 10, 203, 1949.

XII. Разное

1. Астрономическая работа в Грузинской ССР (К XX годовщине Великой Октябрьской Социалистической Революции), 1, V, 1937
2. Абастуманская горная астрофизическая обсерватория, 1, 1, 1937.
3. Астрономия в Грузинской ССР. (К сорокалетию советской власти в Грузии). Е. К. Харадзе, 25, 3, 1960.
4. Варлам Михайлович Бодокна. Некролог. 2, 159, 1938.
5. Геронтий Дмитриевич Орагвелдзе. Некролог. 20, 165, 1956.
6. Михаил Александрович Вашакидзе. Некролог. 22, 181, 1958.
7. Шалва Монасевич Чхандзе. Некролог. 28, 223, 1962.
8. Хроника, 1, 117, 1937; 2, 163, 1938; 3, 165, 1938; 4, 159, 1940; 5, 137, 1940; 6, 169, 1942; 7, 215, 1943; 8, 167, 1945; 10, 213, 1949; 11, 194, 1950; 15, 261, 1953; 17, 254, 1954; 19, 132, 1955; 20, 165, 1956; 22, 185, 1958; 25, 175, 1960; 28, 225, 1962; 30, 152, 1964.
9. Указатель статей и авторов к Бюллетеням Абастуманской астрофизической обсерватории №№ 1—5, 5, 139, 1940.
10. Указатель статей и авторов к Бюллетеням Абастуманской астрофизической обсерватории №№ 1—10, 10, 215, 1949.
11. Указатель статей и авторов к Бюллетеням Абастуманской астрофизической обсерватории №№ 1—15, 15, 265, 1953.
12. Указатель статей и авторов к Бюллетеням Абастуманской астрофизической обсерватории №№ 1—20, 20, 167, 1956.
13. Указатель статей и авторов к Бюллетеням Абастуманской астрофизической обсерватории №№ 1—25, 25, 165, 1960.
14. Указатель статей и авторов к Бюллетеням Абастуманской астрофизической обсерватории №№ 1—30 (1937—1964). 30, 153, 1964.
15. Библиография астрономических научных, учебных, справочных и научно-популярных работ авторов, работающих в Грузинской ССР (1921—1959). Е. К. Харадзе, Д. Г. Чипашвили, 25, 23, 1960.
16. Вступительное слово Е. К. Харадзе при открытии Третьего Пленума Комиссии звездной астрономии Астрономического совета АН СССР (Тбилиси—Абастумани, октябрь 1960 г.). 27, 5, 1962.
17. Решения Третьего Пленума Комиссии звездной астрономии Астрономического совета АН СССР. 27, 130, 1962.
18. Исправление отпечаток. 6, 170, 1942; 7, 216, 1943; 12, 1952; 15, 1953; 16, 1954; 23, 1958—вкладыши.

შიგნაჲსი — СОДЕРЖАНИЕ

1. Спектрофотометрическое исследование <i>RW</i> Возничего. Е. К. Харадзе и Р. А. Бартая	3
მეეტლის <i>RW</i> -ს სპექტროფოტომეტრიული გამოკვლევა. ე. ხარადე და რ. ბართაია (რეზუმე)	17
Spectrophotometric study of <i>RW</i> Aurigae. E. K. Kharadze and R. A. Bartaya (Summary)	17
3. Трехцветная фотометрия звезды <i>RW</i> Возничего. Л. Н. Мосидзе	25
ვარსკვლავის მეეტლის <i>RW</i> -ს სამფეროვანი ფოტომეტრია. ლ. მოსიძე (რეზუმე)	32
Three-Color photometry of <i>RW</i> Aurigae. L. N. Mosidze (Summary)	32
4. Электроколориметрические наблюдения <i>RW</i> Возничего. Я. И. Кумсис- вили, Н. Л. Магалашвили и О. П. Абуладзе	33
მეეტლის <i>RW</i> -ს ელექტროკოლორიმეტრიული დაკვირვებები. ი. კუმსიშვილი, ნ. მაღალაშვილი და ო. აბულაძე (რეზუმე)	38
Electrocolorimetry of <i>RW</i> Aur. I. I. Kumsishvili, N. L. Magalashvili and O. P. Abuladze (Summary)	38
5. Затменно-переменная звезда V 502 Змееносца. Н. Л. Магалашвили и Я. И. Кумсисшвили	39
ბნელეზადი ცვალებადი ვარსკვლავი გველისმკერის V 502. ნ. მაღალაშვილი და ი. კუმსიშვილი (რეზუმე)	42
The eclipsing variable V 502 Oph. N. L. Magalashvili and I. I. Kumsishvili (Summary)	43
6. Затменно переменная звезда КЗП 5708 (S4605) М. И. Кумсисшвили ბნელეზადი ცვალებადი ვარსკვლავი КЗП 5708 (S4605) მ. ი. კუმსიშვილი (რეზუმე)	45
Eclipsing variable star КЗП 5708 (S4605). M. I. Kumsishvili (Summary)	48
7. Исследование межзвездного поглощения света и пространственного распре- деления звезд в двух участках Млечного Пути в созвездиях Орла и Щи- та. С. П. Априамашвили	49
სინათლის ვარსკვლავთშორისეული შთანთქმისა და ვარსკვლავთ სივრცული გა- ნაწილების გამოკვლევა ირმის ნახტომის ორ უბანში არწივისა და ფარის თა- ნავარსკვლავებში. ს. აპრიამაშვილი (რეზუმე)	68
An investigation of interstellar light-absorption and spatial distribution of stars in two regions of the Milky Way in Aquila and Scutum. S. P. Apriamashvili (Summary)	68
8. М-звезды в области ζ Змееносца. М. В. Долидзе	71
М-ვარსკვლავები გველისმკერის ζ-ს უბანში. მ. დოლიძე (რეზუმე)	78
M-stars in ζ Oph region. M. V. Dolidze (Summary)	78
9. Область <i>Cyg Loop</i> в красных и темно-красных лучах. М. В. Долидзе <i>Cyg Loop</i> -ის უბანი წითელ და მუქ-წითელ სხივებში. მ. დოლიძე (რეზუმე)	81
<i>Cyg Loop</i> region in red and deep-red light. M. V. Dolidze (Summary)	91
10. О статистических функциях внегалактических туманностей. Дж. Ш. Хавтаси გარეგალაქტიკურ ნისლეულთა სტატისტიკური ფუნქციების შესახებ. ჯ. ხავთასი (რეზუმე)	93
On the statistical functions for the extragalactic nebulae. I. Sh. Khavtassi. (Summary)	106

11. კოორდინატთა საზომი ხელსაწყოთა КИМ-3-ის გამოკვლევა. გ. სალუკვაძე და ა. ხატისოვი	107
Исследование координатно-измерительной машины КИМ-3. Г. Н. Салуквадзе и А. Ш. Хатисов (Резюме)	125
An investigation of the measuring machine КИМ-3 G. N. Salukvadze and A. Sh. Khatisov	126
12. Исследование щелей солнечного инфракрасного спектрофотометра и внезатменного коронографа. Э. И. Тетруашвили и Ц. С. Хецურიани	127
სამზებელ ინფრაწითელი სპექტროფოტომეტრისა და დაბნელებაგარეშე კორონოგრაფის კვრიტების გამოკვლევა. ე. თეთრუაშვილი და ც. ხეცურიანი (რეზიუმე)	134
The investigation of the slits of the infrared solar spectrophotometer and of the coronagraph. E. I. Tetrushvili and Ts. S. Khetsuriani (Summary)	135
13. Электронный фотогид. Л. В. Ханфомалити	137
An electronic photoguide. L. V. Hanfomality (Summary)	138
14. Система автоматического вращения купола телескопа. Б. Н. Джапаридзе и А. Н. Король	139
A system of automatic rotation of telescope dome. B. N. Djaparidze and A. N. Korol (Summary)	141
15. О движении космического тела с переменной массой при полете к Венере. Н. Г. Магнарадзе	144
On the motion of the space body with the variable mass in its flight to Venus. N. G. Magnaradze (Summary)	151
16. Хроника	152
17. Указатель статей авторов к Бюллетеням Абастуманской астрофизической обсерватории №№ 1 — 30 (1937 — 1964)	153

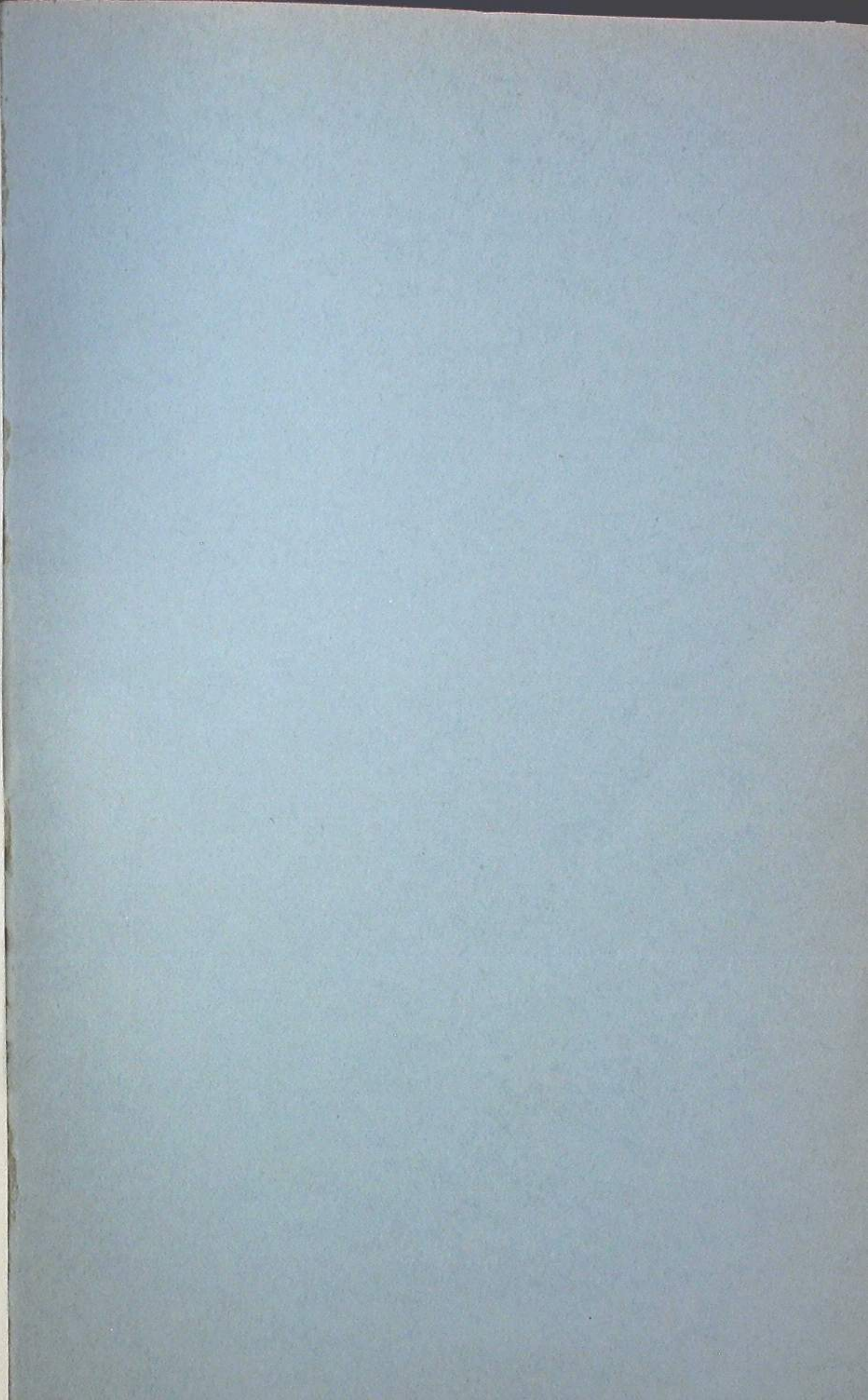
დაიბეჭდა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
სარედ.-საგამომც. საბჭოს დადგენილებით

პ/მგ რედაქტორი ე. ხარაძე
გამომცემლობის რედაქტორი დ. ბაქრაძე
ტექნიკური ნ. ჯაფარიძე
კორექტორი გ. ჯაყელი

გადაეცა წარმოებას 11.10.1963; ანაწილის ზომა 7×12;
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 4.5.1964; ქალაქის ზომა 70×108¹/₁₆;
ქალაქის ფურცელი 5,81; საბეჭდი ფურცელი 15,92; საავტორო
ფურცელი 14,00; სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 14,31;
შეკვეთა 1307; უე 02688; ტირაჟი 600
ფასი 1 მან. 20 კაპ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობის სტამბა,
თბილისი, გ. ტაბიძის ქ. № 3/5

Faint, illegible text on the left page, possibly bleed-through from the reverse side. The text is arranged in several paragraphs and is too light to transcribe accurately.



ფანი 1 მან, 20 კაპ.

263 / 1